ÖFVERSIGT

AF

FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETENS

FÖRHANDLINGAR.

LIII.

1910—1911.

A. MATEMATIK OCH NATURVETENSKAPER.



HELSINGFORS.
J. SIMELII ARFVINGARS BOKTRYCKERIAKTIEBOLAG,
1911.

INNEHÅLL:

18. Anordnung für die Bestimmung linearer Ausdehnungskoefficienten, von A. F. Sundell.

19. Über die Phasenänderung der elektrischen Wellen bei ihrer Reflexion von ebenen Resonatorensystemen, von Karl F. Lindman.

20. Beobachtungen während einer ornithologischen Studienreise nach dem Nordpolarmeer und Spitzbergen im Sommer 1910, von Ludv. Munsterhjelm.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
1910—1911. LIII. Afd. A N:o 1.

Über den Einfluss der Temperatur auf die Kompressibilität der Metalle.

Von

K. F. SLOTTE.

Diese Frage habe ich auch in früheren Arbeiten mehrfach behandelt.

Indem man den kubischen Kompressionskoeffizienten β als eine lineare Funktion der Temperatur t betrachtet, was wenigstens innerhalb engerer Temperaturgebiete statthaft ist, bekommt man die Formel:

$$\beta = \beta_0 (1 + ct), \tag{1}$$

wo β_0 den Wert von β für $t = 0$ und c einen von t unabhängigen Koeffizienten bezeichnet. Für die letztgenannte Grösse folgt aus meiner Theorie der Molekularbewegung einfacher fester Körper die Gleichung [1]):

$$c = \left[\frac{37{,}8\, b'_0\, e_0 (1 + 153\, b_1)}{(c_p)\, \mu_0\, s_0} - 1\right] \frac{b'_0}{1 + 273\,(b_1 - b'_0)}, \tag{2}$$

in welcher Gleichung b'_0, e_0, (c_p) und s_0 die Werte des mittleren linearen Ausdehnungskoeffizienten, des Elastizitäts-

[1]) Über den molekularen Druck der einf. festen Körper etc. Öfversigt af Finska Vet.-Soc. Förhandlingar, 58, N:o 8, Gl. (24), 1905—1906.

modules, der spezifischen Wärme bei konstantem Drucke und des spezifischen Gewichtes für $t = 0$ bezeichnen und b_1 eine auf die lineare Ausdehnung sich beziehende Grösse ist, die ich auch in mehreren früheren Arbeiten behandelt habe. Für μ_0 gilt die Formel:

$$\mu_0 = 3\,(1 - 2\,\sigma_0), \tag{3}$$

wo σ_0 den Wert der *Poisson*'schen Konstante für $t = 0$ bezeichnet.

Die Formel (2) setzt voraus, dass die Temperatur, vom Gefrierpunkte des Wassers gerechnet, in Celsiusgraden ausgedrückt ist.

Die Werte von b'_0, e_0, (c_p) und s_0 sind für eine bedeutende Anzahl einfacher fester Körper hinreichend genau bekannt und die von mir für die Grösse b_1 berechneten Werte [1]) dürften auch hier anwendbar sein. Dagegen können die in meinen früheren Berechnungen benutzten Werte von σ_0 und μ_0 keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, weshalb auch die von mir früher nach der Formel (2) berechneten Werte von c als unsicher betrachtet werden müssen.

Vor etwas mehr als zwei Jahren hat *Grüneisen* [2]) neue, nach einer direkten Methode ausgeführte Bestimmungen von σ_0 veröffentlicht und die von ihm auf diesem Wege gefundenen Werte scheint er selbst als Normalwerte zu betrachten. Diese Werte habe ich deshalb hier zur neuen Berechnung des Koeffizienten c nach Formel (2) angewandt.

Die Resultate dieser Berechnungen, welche alle die von *Grüneisen* untersuchten reinen Metalle umfassen, sind in der untenstehenden Tabelle nebst den Berechnungsdaten zusammengestellt. Die bei den Berechnungen benutzten Werte von b'_0 und b_1 sind die von mir in der letztgenannten meiner oben zitierten Arbeiten berechneten. (Der Wert von b_1 für Aluminium ist der in einer späteren Arbeit berichtigte.) Die Werte von (c_p) und s_0 sind dieselben, welche

---

[1]) Öfvers. af Finska Vet.-Soc. Förh., 56, pp. 135—136, 1901—1902.

[2]) Ann. d. Physik, 25, pp. 825—851, 1908.

ich in der Arbeit „Molekular-physikalische Konstanten für einfache feste Körper“ [1]) benutzt habe und für e_0 (in kg mm^{-2}) habe ich mittlere Werte aus den in den Handbüchern angeführten, bei gewöhnlicher Temperatur gefundenen Zahlen angewandt.

	(c_p)	s_0	e_0	$b_0'.10^7$	$b_1.10^5$	σ_0	μ_0	c
Wismuth . .	0,0301	9,8	3190	117	150	0,330	1,02	0,000396
Blei	0,0297	11,4	1800	278	37	0,446	0,32	0,000444
Gold	0,0316	19,3	8100	138	60	0,421	0,47	0,000180
Platin	0,0317	21,5	16500	86	45	0,387	0,68	0,000087
Zinn	0,0530	7,3	4100	203	151	0,330	1.02	0,000127
Cadmium .	0,0546	8,6	7070	269	212	0,300	1,20	0,000272
Silber . . .	0,0545	10,5	7500	184	62	0,379	0,73	0,000200
Palladium .	0,0582	11,4	11000	107	83	0,393	0,64	0,000095
Kupfer . . .	0,0921	8,9	12400	154	107	0,343	0,94	0,000118
Nickel . .	0,1043	8,9	22000	125	64	0,309	1,15	0,000103
Eisen	0,1044	7,9	21000	114	90	0,280	1,32	0,000078
Aluminium	0,2116	2,6	7500	222	56	0,339	0,97	0,000229

Experimentelle Bestimmungen des Einflusses der Temperatur auf die Kompressibilität der Metalle, die zu einer genaueren Prüfung der Formel (2) geeignet wären, sind mir nicht bekannt. Eine solche Prüfung babe ich deshalb noch nicht bewerkstelligen können. Nur so viel scheint fest zu stehen, dass der Kompressionskoeffizient der Metalle mit der Temperatur zunimmt und dass diese Zunahme von derselben Grössenordnung ist wie meine Theorie fordert [2]).

Zur Prüfung der von mir gefundenen theoretischen Werte von c hade ich früher [3]) folgenden Weg eingeschlagen:

[1]) Acta Soc. Scient. Fenn., 40, N:o 3.

[2]) Vgl. z. B. *Grüneisen*, Ann. d. Physik, 33, pp. 65—78, 1910.

[3]) Acta Soc. Scient. Fenn., 26, N:o 5 u. 29, N:o 3.

Bezeichnet man für die Temperatur t die *Poisson*'sche Konstante mit σ und den Elastizitätsmodul mit e, so gilt bekanntlich die Gleichung:

$$e = \frac{3(1-2\sigma)}{\beta}. \tag{4}$$

Betrachtet man σ als eine lineare Funktion der Temperatur, was als Annäherung gestattet sein dürfte, so ist auch $3(1-2\sigma)$ eine lineare Temperaturfunktion und man hat dann:

$$3(1-2\sigma) = 3(1-2\sigma_0)(1-at) = \mu_0(1-at), \tag{5}$$

wo a eine von t unabhängige Grösse darstellt. Wenn wir den Wert von β aus (1) und den Wert von $3(1-2\sigma)$ aus (5) in die Gleichung (4) einführen und dabei beachten dass

$$\frac{\mu_0}{\beta_0} = e_0$$

ist, so bekommen wir:

$$e = e_0 \cdot \frac{1-at}{1+ct}. \tag{6}$$

Der Wert von e beim Schmelzpunkte muss jedenfalls sehr klein sein. Wir nehmen an, dass e beim Schmelzpunkte $=0$ ist. Bezeichnen wir die Schmelztemperatur mit t_1, so muss dann auf Grund der Gleichung (6) auch

$$1 - at_1 = 0,\ a = \frac{1}{t_1}$$

sein. Wenn wir diesen Wert von a in (6) einführen, so erhalten wir:

$$e = e_0 \cdot \frac{t_1 - t}{t_1(1+ct)}. \tag{6 a}$$

Die Gleichung (6 a) wollen wir jetzt in Bezug auf t_1 auflösen und setzen dabei

$$(a) \qquad \frac{e_0}{e} = m.$$

Wir bekommen dann:

$$(7) \qquad t_1 = \frac{m}{\frac{m-1}{t} - c}.$$

Wenn man für Werte von t, die zwischen $t = 0$ und $t = t_1$ oder auch unterhalb $t = 0$ liegen, die entsprechenden Werte von m für einen Körper kennt, so bekommt man aus der Gleichung (7) mit dem aus (2) berechneten theoretischen Werte von c entsprechende Werte von t_1. Wenn die Voraussetzungen richtig und die Beobachtungen hinreichend genau sind, so sollen diese Werte von t_1 mit dem beobachteten Werte übereinstimmen.

Da die Anwendung dieser Formel auf den Voraussetzungen ruht, dass β und σ von niedrigeren Temperaturen bis zur Schmelztemperatur lineare Funktionen von t sind, so ist es zu erwarten, dass die Formel für Körper mit niedrigeren Schmelzpunkten bessere Werte von t_1 geben soll als für Körper mit hohen Schmelztemperaturen. Das bestätigen auch die folgenden Ergebnisse, welche auf Grund der von mir ausgeführten Bestimmungen des Elastizitätsmodules bei verschiedenen Temperaturen [1]) erhalten sind.

Da die genannten Bestimmungen alle bei Temperaturen über 0° C. ausgeführt sind, so wird bei der Anwendung der Formel (7) 20° C. als Nullpunkt gewählt und folglich ist e_0 der Wert von e bei dieser Temperatur. Zu den so erhaltenen Werten von t_1 hat man somit, um sie auf die gewöhnliche Temperaturscala zu reduzieren, 20° zu addieren.

[1]) l. c.

Die beobachteten Werte von t_1 sind die Mittel der Werte, die für jeden Körper in den *Landolt-Börnstein*'schen Tabellen (1905) angeführt sind.

	c nach (2).	t	m	t_1 nach (7).	*Mittel*	t_1 beob.
Silber	0,000200	30°	1,04014	934° C.	923° C.	967° C.
		40	1,05260	964		
		50	1,07314	870		
Kupfer	0,000118	30	1,03459	1020	1073	1082
		50	1,05354	1125		
Alumiuium . . .	0,000229	30	1,05976	621	670	657
		40	1,07495	673		
		50	1,08992	715		
Eisen 1.	0,000078	30	1,01828	1938	1544	1573
		40	1,02005	2431		
Eisen 2.	0,000078	30	1,04283	792		
		50	1,05711	1014		
Platin	0,000087	30	1,02307	1520	1303	1784
		50	1,05381	1086		

Man kann die Gleichungen (6) und (7) und die Voraussetzungen, auf welchen sie ruhen, auch in solcher Weise prüfen, dass man mit Benutzung durch Beobachtung bekannter Werte der übrigen Grössen den Koeffizienten c aus ihnen berechnet und den so erhaltenen Wert desselben mit dem aus (2) berechneten vergleicht. Aus der Gleichung (7) erhalten wir:

$$c = \frac{m - 1}{t} - \frac{m}{t_1} \tag{8}$$

und bekommen mit den in der obenstehenden Tabelle angeführten Werten von t und m und den mit 20 verminderten beobachteten Werten von t_1 für die drei ersten Körper folgende Ergebnisse:

	t	c aus (8)	*Mittel.*	c aus (2)
Silber	30	0,00024	0,00026	0,00020
	40	0,00020		
	50	0,00033		
Kupfer	30	0,00018	0,00013	0,00012
	50	0,00008		
Aluminium . . .	30	0,00033	0,00020	0,00023
	40	0,00019		
	50	0,00009		

Für Eisen und Platin werden die Differenzen zwischen den aus (8) und (2) berechneten Werten von c, wie zu erwarten ist, grösser.

Helsingfors, September 1910.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar
Bd. LIII Afd. A N:o 2.

Beiträge zur Kenntnis der Miriden-Fauna von Ceylon.

Von

B. Poppius.

Mir ist zur Bearbeitung ein kleines Miriden-Material von Ceylon vorgelegen, das von den Herrn Madarasz, Biró, Dr. Uzel und Horn zusammengebracht worden ist. Das von den zwei erstgenannten Herren zusammengebrachte Material ist das Eigenthum des ungarischen Nationalmuseums, das von Dr. Uzel gesammelte ist dem k. k. Hofmuseum in Wien zugehörig und das Horn'sche befindet sich teils im „Deutschen Entomologischen Nationalmuseum" in Berlin, teils im zoologischen Museum zu Helsingfors.

Die Gattungs- oft auch die Artbeschreibungen, die Distant in seiner Bearbeitung der Miriden in der „Fauna of British India" giebt, sind meistens so mangelhaft, dass die Feststellung des richtigen Platzes der Gattungen im Miriden-Systeme oft ganz unmöglich gewesen ist, dies umsomehr, da Distant zuweilen die verschiedensten Gattungen zu derselben Gruppe zusammenbringt. Ich habe im Folgenden, soweit wie möglich gewesen ist, z. T. die Gattungen und auch die Arten neu beschrieben oder die alten Beschreibungen ergänzt. Obgleich das Material nicht gross gewesen ist, hat dasselbe jedoch einige Lücken gefüllt, obgleich noch zahlreiche sowohl Gattungen wie Arten

vorhanden sind, die einer eingehenden Untersuchung bedürfen. Bei jeder Art habe ich auf die Beschreibung und die Abbildung in der Distant'schen Arbeit hingewiesen. Ausserdem sind auch einige neue Gattungen und Arten beschrieben worden.

Bryocorina.

Helopeltis antonii Sign.

Dist., Faun. Brit. Ind., Rhynch., II, p. 440, fig. 285.

Diese Art ist gut von der javanesischen *H. bradyi* Wat. getrennt, ausser durch die Farbe der Beine besonders durch das hellere, viel kürzere erste Fühlerglied. Von *H. antonii* liegt mir ein Typus-Exemplar aus der ehemaligen Signoret'schen Sammlung vor. Ausserdem ein Stück aus Colombo, 28. II. 1902 von Biró gesammelt, das ganz mit dem Typus-Exemplare übereinstimmt.

Pachypeltis humeralis (Walk.).

Dist., l. c., p. 444, fig. 286.

Diese Art ist in der Farbenzeichnung ziemlich variabel. Ausser einigen typischen *humeralis* befinden sich auch einige Exemplare, die gut mit der Distant'schen Beschreibung von *Disphinctus politus* Walk. in Faun. Brit. Ind., Rhynch. II, p. 444 übereinstimmen. Andere Unterschiede, wie im Bau der Fühler u. s. w. habe ich nicht finden können und solche werden auch von Distant l. c. nicht hervorgehoben. Ausserdem befindet sich im mir vorliegenden Materiale einige Exemplare, die deutliche Übergänge zu *P. humeralis* bilden. Unter solchen Umständen kann *P. politus* (Walk.) nur als eine Farbenvarietät des *P. humeralis* aufgefasst werden.

Exemplare liegen mir von folgenden Fundorten vor: Peradeniya, 14 und 18. I, 3. III. 1902, Dr. Uzel; Weligama; Negombo; Nalanda; Banderawella, Dr. Horn.

Felisacus Dist.

Dist. l. c., p. 438, fig. 284. — *Hyaloscytus* Reut. Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XLVII, 1904—1905, N:o 5, p. l.

Glänzend, der Vorderkörper oben, das Schildchen, der Clavus und die Venen des Coriums hell abstehend, ziemlich kurz und weitläufig behaart. Der Kopf ist vertical, die mässig grossen, vorspringenden, von oben gesehen runden, von der Seite gesehen etwas ausgezogenen, hinten seicht ausgeschweiften Augen sind weit vorne gelegen, der Kopf hinter denselben verengt und sehr lang halsförmig ausgezogen, zwischen den Augen der Länge nach gefurcht, von oben gesehen länger als breit, von vorne gesehen zugespitzt, kaum breiter als lang, von der Seite gesehen hinter den Augen erst gewölbt, dann vor der Basis abgeflacht. Der Clypeus ist mässig stark hervortretend, die Stirn jederseits an der Basis desselben grübchenförmig eingedrückt. Die Lorae undeutlich abgesetzt, die Wangen wenig hoch, die Kehle lang. Das feine Rostrum erstreckt sich bis zur Mitte des Metasternums, das erste Glied ist etwas verdickt, die Kopfbasis nicht erreichend. Die Fühler sind gleich oberhalb des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied etwas verdickt, lang, ebenso lang wie der Kopf und der Vorderlobus des Halsschildes zusammen, die folgenden Glieder kurz abstehend behaart, das zweite etwas länger als das erste. Der Basalrand des Halsschildes fast gerade, schmäler als die Länge der Scheibe, viel breiter als der Vorderrand, die Scheibe glatt, etwas gewölbt, jederseits innerhalb der Hinterecken der Länge nach eingedrückt, hinter den Calli mit einer tiefen Einschnührung, die in der Mitte etwas flacher ist. Die Seiten sind hinter der Einschnührung seicht ausgeschweift, vor derselben nach vorne leicht gerundet erweitert mit abgerundeten Vorderecken, die Apicalstrictur breit. Das Schildchen glatt, flach gewölbt. Die Hemielytren, der Cuneus ausgenommen, glasartig durchsichtig, die Membranzelle ziemlich gestreckt, breit gerundet an der inneren Aussenecke. Die Flügelzelle ohne Haken. Die Vorder- und Mittelhüften weit von einander getrennt. Die Beine ziem-

lich lang, die Schenkel und die Schienen mässig lang behaart. Das letzte Fussglied zur Spitze erweitert. Die Klauen ziemlich gerade, wenig lang, die Arolien breit, weit divergierend.

Felisacus glabratus (Motsch.).

Zu der Distant'schen Beschreibung sei noch folgendes hinzugefügt: Das dritte Fühlerglied etwa $^1/_4$ kürzer als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist nur etwas schmäler als die Länge der Scheibe, doppelt breiter als der Vorderrand. Der Zahn des Hamus copulatorius beim ♂ ist mässig lang, etwas gebogen und spitz, in der Mitte mit einem stumpfen Zähnchen.

Bandarawella, Colombo, Weligama, Dr. Horn, zahlreiche Exx. — Ausserdem liegen mir Exemplare derselben Art aus Java vor.

Prodromus subflavus Dist.

Faun. Brit. Ind. Rhynch II, p. 437.

Diese Art ist sehr nahe mit *Pr. aethiopicus* Popp. [1]) verwandt, unterscheidet sich aber durch kleineren Kopf, kleinere, mehr hervorspringende und mehr nach oben gerichtete Augen, durch kürzere Fühlerglieder, kürzeren Halsschild und durch kürzere Halbdecken. Ausserdem ist der Körper etwas gedrungener mit etwas längerer Behaarung.

Weligama, Dr. Horn.

Prodromopsis n. gen.

Der Körper ziemlich gestreckt, an den Seiten nur wenig gerundet, kurz anliegend gelbweiss behaart, matt. Der Kopf ist vertical, von oben gesehen fast um die Hälfte kürzer als die Breite der Stirn zwischen den Augen (♂), die Stirn jederseits an den Augen abgeflacht. Von vorne gesehen ist der Kopf ziemlich spitz triangulär, etwa ebenso lang als die Breite der Stirn mit den Augen. Von der Seite gesehen ist die Stirn fast geradlinig, der Clypeus scharf abgesetzt,

---

[1]) Sjöstedt's Kilimandjaro-Meru Exp., 12, p. 28.

hervorragend, die Lorae undeutlich abgesetzt, die Wangen hoch, die Kehle ziemlich kurz. Die Augen sind mässig gross, von vorne gesehen breit eiförmig, stark hervorspringend, wie gestielt, etwas nach oben gerichtet. Die Fühler sind lang und dünn, kurz anliegend hell behaart, das erste Glied ziemlich kurz, etwa ebenso lang wie die Breite der Stirn zwischen den Augen, schwach verdickt, das zweite dünner, etwa doppelt länger als das erste, die zwei letzten sehr dünn, das letzte etwas dünner als das dritte, länger als das zweite, beide unter einander gleich lang. Das Rostrum ist kurz, bis zur Spitze der Vordercoxen sich erstreckend, mässig dick, das erste Glied die Basis des Kopfes nicht überragend. Der Halsschild ist etwa ebenso breit als lang, der Basalrand breit, die Seiten seicht ausgeschweift, die Scheibe gleich hinter der Mitte quer eingedrückt, der Basallobus mässig gewölbt und nach vorne etwas abfallend, dicht, ziemlich kräftig punktiert, der Vorderlobus glatt, die Calli deutlich abgesetzt, die Apicalstrictur erloschen. Das Schildchen ist glatt, an der Basis der Länge nach flach eingedrückt, etwa ebenso lang als an der Basis breit. Die Hemielytren sind lang, länger als der Hinterkörper, glatt, der Cuneus sehr lang, schmal, bis etwas vor der Spitze der Membran sich erstreckend. Die schwach irisierende Membran ist glasartig durchsichtig, die Zelle lang und schmal, etwas vor der Cuneusspitze endigend. Die Beine sind ziemlich lang, dünn, kurz, halb abstehend behaart, die Schienen unbedornt, das letzte Fussglied zur Spitze erweitert, die Arolien breit, mit den Klauen verwachsen.

Diese Gattung ist sehr nahe mit *Prodromus* Dist. verwandt, unterscheidet sich aber durch den verticalen Kopf, den mehr hervortretenden Clypeus, durch die längere Kehle, durch den Bau der Fühler, deren letzten Glieder sehr lang und dünn sind, durch den langen und schmalen Cuneus, sowie durch kürzere Behaarung des Körpers und der Beine. Von *Thaumastomiris* Kirk. zu unterscheiden durch etwas kürzeren Cuneus, schmäleren Körper, anderen Bau des Kopfes, der Fühler und des Halsschildes, u. s. w.

Typus: *Prodromus cuneatus* (Dist.). [1])

Kala-Weda, 6—10. II. 1896, Madarasz, 1♂ (Mus. Hung.).

Lopidolon n. gen.

Der Körper gestreckt und ziemlich schmal, fast parallelseitig, matt, dicht abstehend, mässig lang, dunkel behaart. Der Kopf ist glänzend, vertical, von oben gesehen etwas kürzer als die Breite der Stirn zwischen den Augen, die Stirn vorne schwach gerundet. Von vorne gesehen ist der Kopf breit dreieckig, breiter als lang, die Spitze etwas gerundet, von der Seite gesehen ist die Stirn etwa auf derselben Höhe wie der Unterrand der Augen beulenförmig aufgetrieben, der Clypeus ist mässig stark hervorspringend, etwa in der Mitte fast in einem rechtwinkeligen Bogen nach hinten gebogen. Die Lorae sind nicht abgesetzt, die Wangen ziemlich hoch, die Kehle ganz kurz. Die Augen sind mässig gross, rund, stark vorspringend, den Vorderrand des Halsschildes berührend. Die Fühler, die vor den Augen eingelenkt sind, sind halb abstehend, ziemlich kurz und dunkel behaart, das erste Glied ist nur schwach verdickt, kaum länger als die Hälfte der Stirnbreite zwischen den Augen, das zweite Glied ist etwas dünner, zur Spitze etwas verdickt, fast dreimal länger als das erste (die zwei letzten mutiliert). Das Rostrum ist dick und lang, bis zum dritten Ventralsegmente sich erstreckend, das erste Glied erreicht fast die Spitze der Vordercoxen. Der Basalrand des Halsschildes ist in der Mitte breit ausgeschweift, breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, die Calli sind etwas convex, am Hinterrande jederseits durch eine tiefe Querfurche scharf abgesetzt, die sich bis zum Seitenrande erstreckt und die Scheibe in einem gewölbten, weitläufig und fein punktierten, nach vorne etwas abgeneigten Basallobus und in einem kürzeren Apicallobus teilt. Die Seiten sind von der Basalecke bis zu der Querfurchung geradlinig verengt, von der letztgenannten Stelle zur Spitze schwach divergierend, an

[1]) Ann. Mag. Nat. Hist., 1909, IV, p. 453.

der Querfurchung also einen stumpfen Winkel bildend. Die Apicalstrictur ist mässig breit, scharf abgesetzt. Das Schildchen ist ziemlich klein, an der Basis flach eingedrückt und hier fast breiter als lang. Die Hemielytren sind etwas länger als der Hinterkörper, der Clavus und das Corium sehr erloschen punktuliert, der Cuneus ist mässig lang, etwa doppelt länger als an der Basis breit, die Membran undurchsichtig, die Zelle lang, weit über die Cuneusspitze nach hinten sich erstreckend. Die Beine sind ziemlich kurz und dicht, fast abstehend behaart, die Hüften ziemlich lang, die Schenkel etwas verdickt, das letzte Fussglied zur Spitze erweitert, die Arolien breit, mit den Klauen verwachsen.

Diese Gattung steht wohl ziemlich einzeln unter den bis jetzt bekannten Bryocorinen und hat eine gewisse, habituelle Ähnlichheit mit der Gattung *Lopus* Hahn, Fieb.

Typus: *L. sordidus* n. sp.

Lopidolon sordidus n. sp.

Schwarz, der Kopf rot, die Stirn vorne, der Clypeus und die Augen schwarz, auf dem Halsschilde eine Längsbinde in der Mitte und die Seiten, das Schildchen, die Basalecken ausgenommen, die Basis und der äussere Spitzenrand des Clavus, auf dem Corium die Basis, die Sutura clavi vor der Clavusspitze, die innere Hälfte des Spitzenrandes und der Seitenrand sowie der Cuneus, die Spitze ausgenommen, rot—gelbrot, die Membran schwarz, die Unterseite braunrot, ein Fleck auf den Propleuren, die Meso- und Metasterna zum grössten Teil, eine Längsbinde auf den Seiten der Ventralsegmente, sowie ein Fleck in der Mitte des letzten schwarz. Die Fühler schwarz, die innerste Basis des ersten Gliedes und das Rostrum gelbrot, die Spitze des letztgenannten dunkler, die Hüften und die Basalhälfte der Schenkel gelbrot.

Der Basalrand des Halsschildes ist etwa $^1/_4$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, fast doppelt breiter als der Vorderrand. — Long. 4, lat. $1{,}5$ mm.

Pattipola, 2,000 m., 22. II. 1902, B i r ó, 1 ♀ (Mus. Hung.).

Div. Miraria.

Lasiomiris lineatocollis Reut.

Matenesius marginatus Dist. l. c., p. 425, fig. 272.
Peradeniya, 24. V. 1902, Dr. Uzel, 2 Exx.

Div. Mecistoscelaria.

Mecistoscelis scirtetoides Reut.

Dist. l. c., p. 421, fig. 269.
Kandy, 8. III. 1896, Madarasz, 2 Exx.

Div. Capsaria.

Phytocoris uzeli n. sp.

Das ♂ gestreckt, das ♀ gedrungener, Kopf und Halsschild nur schwach glänzend, das Schildchen und die Hemielytren fast matt, oben kurz anliegend hell behaart, auf dem Kopfe und auf dem Halsschilde ausserdem einige längere, dunkle, abstehende Haare. Schwarzbraun, der Kopf gelblich mit mehr oder weniger zusammenfliessenden, braunen Zeichnungen, auf dem Halsschilde die Scheibe vorne in der Mitte und der Basalrand sehr schmal braun—braungelb, das Schildchen und die Hemielytren braun—braunschwarz, der Aussenrand des Coriums mit einigen Flecken gelblich, der Cuneus in der Mitte braunrot. Die Membran braunschwarz, in der Mitte und an der Basis unregelmässig hell gefleckt, die Venen gelblich. Die Unterseite braunschwarz, auf dem Hinterkörper die Basis in der Mitte, die Spitze und eine abgebrochene Fleckenreihe jederseits braunrot, die Orificien des Metastethiums und die Hüften gelb, die Fühler gelb, das erste Glied mehr oder weniger zusammenfliessend braun gefleckt, die Basis des zweiten sehr schmal braunrot, die Spitze desselben meistens und die zwei letzten, die Basis ausgenommen, verdunkelt, das Rostrum und die Beine braun, die Spitze der vorderen Schenkel und die Schienen gelb, braun gefleckt.

Der Kopf ist mässig geneigt, mit den Augen von oben viel breiter als lang, von der Seite gesehen länger als hoch, die Lorae abgesetzt, der Clypeus etwas hervortretend. Die Augen sind gross, grobgranuliert, beim ♂ ihr Durchmesser etwa $^{1}/_{3}$ breiter, beim ♀ etwa ebenso breit als die Breite der Stirn zwischen denselben. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Mittelhüften, das erste Glied schwach verdickt, fast die Mitte der Vorderhüften erreichend. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, fast $^{1}/_{3}$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, nicht voll doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten fast geradlinig verengt. Die Scheibe ist fein quer gerunzelt, etwas gewölbt und nach vorne abgeneigt, die Calli schwach convex, die Apicalstrictur schmal. Das Schildchen ist seicht gewölbt, etwas länger als an der Basis breit, fein quer gerunzelt. Die Hemielytren sind beim ♂ bedeutend, beim ♀ nur wenig länger als der Hinterkörper. Die Beine sind ziemlich lang, die Hinterschenkel etwas verdickt, kaum die Spitze des Hinterkörpers überragend, von den Seiten zusammengedrückt, die Hinterschienen lang, bedornt, die Dörnchen ebenso lang wie der Durchmesser der Schiene, das erste Fussglied etwas kürzer als das zweite. — Long. 6, lat. 2,5 mm.

Durch die eigenartige Farbe von allen bekannten Arten verschieden.

Peradeniya, 5. I. 1902, Dr. Uzel, 1 ♂ (Mus. Vindob.), Matala, Paradna, Kanthaley, Anuradhapura, Negombo, mehrere Exx., ♂ u. ♀, Dr. Horn.

Anm. Es ist eine Möglichkeit, dass diese Art von Distant in Ann. Mag. Nat. Hist., 1909, in einer ganz anderen Gattung gestellt und beschrieben worden ist, wie es ja nicht selten bei ihm der Fall gewesen ist.

Creontiades uzeli n. sp.

Gestreckt und ziemlich schmal, nur schwach glänzend, der Kopf, der Halsschild und das Schildchen weitläufig, abstehend, die Hemielytren anliegend, kürzer weisslich behaart. Gelb, die Seiten des Halsschildes, das Schildchen und die Hemielytren braunschwarz, die Seiten des Coriums heller,

die Aussenecke des letztgenannten und die Spitze des Cuneus rot, zuweilen die Hemielytren heller, das Corium zum grössten Teil gelbbraun, die Aussenecke und der Cuneus rot. Die Membran braunschwarz, innen an der Spitze des Cuneus ein kleines, helles Fleckchen. Die Vorderbrust zum grössten Teil braun—braunschwarz, die Mittelbrust, der Hinterrand ausgenommen und die Seiten der Hinterbrust braunschwarz, der Hinterkörper rotgelb. Die Fühler schwarz, das zweite Glied, das apicale Drittel und die Basis ausgenommen, das basale Drittel des dritten und vierten Gliedes sowie die äusserste Spitze des letztgenannten gelb, schwach rötlich angestrichen, das erste Glied zuweilen einfarbig hell. Das Rostrum gelbbraun mit dunklerer Spitze, die Beine gelb, ein Ring vor der Spitze der Hinterschienen, zuweilen auch die Spitze selbst, braun—braunschwarz, die Hinterschienen gelbbraun, alle Füsse braun.

Der Kopf ist kürzer als mit den Augen breit, ziemlich geneigt, die Stirn in der Mitte der Länge nach gefurcht, in beiden Geschlechtern schmäler als der Durchmesser des Auges, beim ♂ jedoch mehr als beim ♀. Die Augen sind gross und stark hervorspringend, ziemlich fein granuliert. Das erste Fühlerglied ist lang, fast ebenso lang wie die Länge des Halsschildes, mit einzelnen, langen, abstehenden Haaren besetzt, die übrigen Glieder sehr kurz, anliegend behaart, das zweite Glied ist dünner als das erste, etwas mehr wie doppelt länger als dasselbe, das dritte etwa $^1/_4$ kürzer als das zweite, fast dreimal länger als das letzte. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Hinterhüften, das erste Glied verdickt, etwas die Basis der Vorderhüften überschreitend. Der Halsschild ist breiter als lang, nach vorne geradlinig verengt, an den Seiten mit einigen langen, abstehenden Haaren bekleidet, der Basalrand breit gerundet, etwa doppelt breiter als der Vorderrand, die Scheibe ist etwas gewölbt, nach vorne geneigt, fast ungerunzelt, die Calli etwas erloschen, die Apicalstrictur schmal. Das Schildchen ist kaum gewölbt, sehr fein quer gerunzelt. Die Hemielytren länger als der Hinterkörper, die Schenkel mit feinen und kurzen, die Schienen mit langen, braunen Dörnchen besetzt,

die auf den Schienen aus braunen Punkten entspringen und die etwa ebenso lang wie der Durchmesser der Schienen sind. Das erste Fussglied etwa ebenso lang wie das zweite. — Long. 8, lat. 2,4 mm.

Diese Art scheint sehr nahe mit *Megacoelum antennatum* (Kirby) [1]) verwandt zu sein, unterscheidet sich aber durch andere Farbe, sowie durch andere Zeichnung der Fühler, deren erstes Glied viel länger ist.

Peradeniya, 3. I, 18. II, Heneratgoda, 12. II. 1902. Dr. Uzel, 4 Exx., (Mus. Vindob.).

Creontiades stramineus (Walk.).

Megacoelum id. Dist., l. c., p. 428.

Die Farbe ist ziemlich mit derselben der Beschreibung Kirkaldy's von *Kangra dudgeoni* in Trans. Ent. Soc. London, 1902, p. 257, die mit *Cr. stramineus* (Walk.) zusammenfällt, übereinstimmend, obgleich jedoch die Zeichnung bei verschiedenen Individuen variiert. Selten ist der Körper einfarbig strohgelb, mit nur der Spitze des Schildchens schwarz, meistens sind rote Zeichnungen vorhanden; diese können auf den Calli des Halsschildes, auf dem Schildchen, mehr oder weniger ausgedehnt auf der inneren Hälfte des Clavus, auf der Coriumsutur und auf der Innenseite des Cuneus auftreten. Meistens sind auf der Stirn zwischen den Augen rötliche Querstriche vorhanden. Die Fühler sind meistens einfarbig hell (Distant sagt l. c., dass auf den Fühlern „first and second joints luteous, remainder fuscous“ sind), zuweilen sind die Spitze des ersten und einige Fleckchen auf dem zweiten Gliede rötlich. Die Spitze der Hinterschenkel meistens rot—rotbraun. Das letzte Fühlerglied ist mehr wie um die Hälfte kürzer als das dritte. Die Dörnchen der Hinterschienen sind etwa ebenso lang wie der Durchmesser der letztgenannten.

Diese Art ist sehr nahe mit dem äthiopischen *Cr. elongatus* (Leth.) verwandt, unterscheidet sich aber durch etwas gedrungeneren Körper, durch kleineren und schmäleren

[1]) Dist., Faun. Brit. Ind., l. c., p. 428, fig. 274.

Kopf, durch etwas dünnere Fühler, schmäleren, weniger gewölbten, nach vorne weniger stark abgeneigten Halsschild und durch flacheres Schildchen.

Matala, Kandy, Paradna, Nalanda, zahlreiche Exemplare, Dr. Horn. Peradeniya, 21. XI. 1901, 24. V. 1902, Dr. Uzel.

Megacoelum biseratense (Dist.).

Lygus biseratensis Dist. l. c., p. 457.

Diese Art gehört in keinem Falle zu der Gattung *Lygus*, wohin sie Distant gestellt hat. Der Halsschild ist glänzend glatt, ohne Spuren einer Punktur, die Stirn ist der Länge nach gefurcht, ohne Querfurchung hinten, und die Fühler sind anders gebaut. Obgleich der Körper gedrungen ist und der Kopf und der Halsschild glänzend sind, kann diese Art nur zur Gattung *Megacoelum* gestellt werden. Ich habe beim Durchgehen eines grossen Materials, darunter auch ein von Distant bestimmtes Exemplar aus Burma aus dem Genua-Museum, keine solche Unterschiede gefunden, die eine generische Trennung gestatten.

Betreffs der Farbe habe ich nichts anderes zu der Beschreibung Distant's hinzuzufügen als dass der Clypeus schwarz ist und das ganze erste Fühlerglied meistens einfarbig hell ist. Der Kopf und der Halsschild sind unpunktiert, glänzend, das Schildchen und die Hemielytren ziemlich matt, das erstgenannte fein quergerunzelt, der Clavus, das Corium und der Cuneus fein, der letztgenannte weitläufig, runzelig punktuliert. Der Kopf ist breiter als lang, stark geneigt, die Stirn mässig gewölbt, der Länge nach gefurcht, etwa um die Hälfte schmäler als der Durchmesser des Auges, beim ♀ jedoch breiter als beim ♂. Die Augen sind gross und vorspringend, mässig stark granuliert. Der Clypeus ist hervortretend, die Wangen sind mässig gross, die Kehle ziemlich kurz. Die Fühler sind etwa in der Mitte der Augenvorderränder eingelenkt, das erste Glied ist etwas verdickt, fast ebenso lang als die Breite der Stirn mit den Augen, das dritte ist etwas kürzer als das zweite. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Hinterhüften, das verdickte erste Glied die Kopfbasis überragend. Der Basalrand

des Halsschildes ist breit gerundet, etwa $^1/_3$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte und fast doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten nach vorne geradlinig verengt. Die Scheibe ist kräftig gewölbt, nach vorne ziemlich abgeneigt, die Apicalstrictur ist schmal, von den Augen nicht bedeckt. Das Schildchen ist fast plan, die Hemielytren etwas länger als der Hinterkörper. Die grosse Membranzelle ist breit gerundet. Die Dörnchen der Schienen sind kaum so lang als der Durchmesser der letztgenannten, das erste Fussglied kürzer als das zweite.

Negombo, Kandy, Puttalam, Matala, Paradna, Dr. Horn, Peradeniya, 25. XII. 1901, 3. III. 1902, Dr. Uzel.

Megacoelum horni n. sp.

Matt, ziemlich gestreckt, das ♂ schmäler als das ♀, oben weitläufig, anliegend weiss behaart. Strohgelb, auf der Stirn mehrere braunrote Querstriche, auf dem Halsschilde die Apicalstrictur, der äusserste Apicalrand ausgenommen, die Calli, eine Querbinde, die zuweilen in Punkten oder Flecken aufgelöst ist, vor dem Basalrand und die Seiten, der ganze Innenrand des Clavus, der Innenrand des Coriums sehr schmal, ein kleiner Fleck an der Basis desselben, ein grösserer, schief gestellter in der Mitte und der Apicalrand schwarz, eine Längsbinde auf dem Schildchen braun, der Cuneus braun—schwarz, die basale Aussenecke und die Spitze hell, die Membran braun. Die Unterseite braunrot, unregelmässig hell gefleckt. Die Fühler gelb, ein schmaler, mehr oder weniger erloschener Ring an der Basis, ein breiterer in der Mitte und die Spitze des zweiten Gliedes sowie das dritte, das basale Viertel ausgenommen, braun (das letzte Glied mutiliert). Das Rostrum gelb mit brauner Spitze. Die Beine gelb, mehr oder weniger erloschene Ringe auf den vorderen Schienen, die Hinterschenkel, die Basis ausgenommen, die Hinterschienen und die Füsse braun. — Das einzige vorliegende ♂ ist ausgedehnt braun gefärbt und die schwarzen Zeichnungen des ♀ sind hier braun. Das zweite und das dritte Fühlerglied sind gelblich, braun gefleckt.

Der Kopf ist vertical, von oben breiter als lang, die Stirn

ist zwischen den Augen tief der Länge nach gefurcht, sonst seicht gewölbt. Der Clypeus ist von der Seite gesehen mässig hervortretend, von der Stirn nicht sehr scharf getrennt, etwas unterhalb der Mitte der Kopfhöhe entspringend, die Genae sind mässig gross, die Kehle ganz kurz. Die Augen sind sehr gross und vorspringend, grob granuliert, beim ♂ die Stirn um die Hälfte, beim ♀ $^1/_4$ schmäler als der Durchmesser des Auges. Die Fühler sind lang, etwas unterhalb der Mitte des vorderen Augenrandes eingelenkt, das erste Glied etwas verdickt, ein wenig kürzer als die Länge des Halsschildes, das zweite und dritte dünner, das erstgenannte etwas mehr als doppelt länger als das erste, das dritte etwas kürzer als das zweite. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Mittelhüften, das erste Glied verdickt, die Basis der Vorderhüften erreichend. Der Halsschild ist am Basalrande etwa $^1/_3$ breiter als lang, fast doppelt breiter als der Vorderrand, der Basalrand breit gerundet, in der Mitte sehr seicht ausgeschweift, die Seiten nach vorne geradlinig verengt. Die Scheibe ist etwas gewölbt, nach vorne wenig abgeneigt, sehr fein runzelig gewirkt, die Calli sind convex, deutlich begrenzt und stark glänzend, die Apicalstrictur schmal und scharf. Das Schildchen ist etwas gewölbt, die Hemielytren beim ♂ viel, beim ♀ nur wenig länger als der Hinterkörper. Die Beine sind mässig lang, die Schienen bedornt, das erste Fussglied kaum kürzer als das zweite. — Long. 5, lat. 1.8 (♂)—2 (♀) mm.

Nahe verwandt mit dem äthiopischen *M. macrophthalmum* Reut., unterscheidet sich aber u. a. durch andere Farbe, dünnere und kürzere Fühlerglieder und durch die convexeren, stark glänzenden Calli.

Puttalam, 3 ♀♀, 1 ♂, Dr. Horn (Deutsch. Ent. Nat. Mus., Mus. Helsingf.).

Lucitanus Dist.

Dist., l. c., p. 465, fig. 299.

Der Körper gedrungen, glatt, sehr kurz, weitläufig, anliegend weissgelb behaart, Kopf und Halsschild glänzend, das Schildchen und die Hemielytren matt. Der Kopf ist

sekr stark geneigt, fast vertical, von der Seite gesehen um die Hälfte kürzer als hoch, von vorne gesehen etwas breiter als lang. Die Stirn ist wenig gewölbt, ungefurcht und hinten ungerandet, der Clypeus ist von der Seite gesehen stark hervortretend, schwach gebogen und etwas nach hinten gerichtet, von der Stirn mässig stark abgesetzt. Die Lorae sind von der Seite gesehen sehr schmal, lang, von vorne gesehen ziemlich stark hervortretend, in der Mitte am Aussenrande stumpfwinkelig. Die Genae sind klein, viel niedriger als die Höhe der Augen. Die Kehle ist ganz kurz. Die Augen sind gross, hervorspringend, fein granuliert, den Vorderrand des Halsschildes fast berührend. Die Fühler sind etwas oberhalb der Augenspitze eingelenkt, das erste Glied mässig verdickt, kaum länger als der Kopf von vorne gesehen, dicht und kurz anliegend schwarz behaart, das zweite Glied nicht voll doppelt länger als das erste, zur Spitze allmählich verdickt, das dritte etwa $^1/_3$ kürzer als das erste, wie das zweite ganz an der Basis gelbweiss (das vierte nach Distant etwas kürzer als das dritte). Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Hinterhüften, das verdickte erste Glied kaum die Basis der Vorderhüften erreichend. Der Halsschild ist ziemlich stark gewölbt, nach vorne kräftig geneigt, breiter als lang, der Basalrand breit gerundet, in der Mitte und jederseits innerhalb der Hinterecken sehr seicht ausgeschweift, die Seiten scharf, nach vorne erst geradlinig, vor der Spitze leicht gerundet verengt, die Calli wenig hervortretend, die Apicalstrictur breit, etwas breiter als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen länger als breit, etwas gewölbt. Die Hemielytren nur wenig länger als der Hinterkörper, der Clavus fein, das Corium sehr erloschen, runzelig punktuliert. Der Cuneus länger als breit. Die grosse Membranzelle gerundet, kaum winkelig. (Die Beine sind mutiliert. Nach der Abbildung Distant's sind die Hinterschienen gebogen, alle ausserdem bedornt).

Die Gattung ist wohl nahe mit *Horcias* Dist. verwandt, unterscheidet sich aber von dieser wie auch von anderen

durch den Bau der Lorae. In dieser Hinsicht etwas an *Horwathia* Reut. erinnernd, ist aber sonst weit verschieden.

Lucitanus punctatus (Kirby).

Die zwei Exemplare stimmen betreffs der Farbe ganz mit der Beschreibung Distant's. Beim ♂ ist die Stirn von oben gesehen fast doppelt breiter als der Durchmesser des Auges. Der Basalrand des Halsschildes ist etwa $^1/_4$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, fast doppelt breiter als der Vorderrand.

Nalanda, Anuradhapura, 2 ♂♂, Dr. Horn.

Stenotus sandaracatus (Dist.).

Tancredus id. Dist., l. c., p. 430, fig. 275.

Die mir vorliegenden Exemplare sind etwas variabel betreffs der Farbe, indem das rote auf dem Kopfe, auf dem Schildchen und auf dem Spitzenteil des Coriums mehr oder weniger ausgedehnt sein kann. Auch können die vorderen Schenkel, die Basis ausgenommen, und die vorderen Schienen rot sein.

Die Oberseite kurz, anliegend weiss behaart. Der Kopf ist wenig abgeneigt, von oben gesehen kürzer als breit, von der Seite gesehen deutlich länger als hoch. Die Stirn ist wenig gewölbt, in der Mitte mehr oder weniger erloschen der Länge nach gefurcht, vom Clypeus wenig scharf abgetrennt, die Genae klein, die Kehle kurz. Die Augen sind mässig gross, ziemlich, beim ♂ kräftiger als beim ♀ hervorspringend, ihr Durchmesser ebenso (♂) oder um die Hälfte (♀) kürzer als die Breite der Stirn zwischen denselben. Die Fühler sind gleich unterhalb der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied etwas verdickt, etwa ebenso lang als der Kopf, das zweite etwa dreimal länger als das erste, das dritte nicht voll um die Hälfte kürzer als das zweite, das letzte etwas länger als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist fast gerade, nur an den Hinterecken etwas gerundet, etwa $^1/_3$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte und etwa ebenso viel breiter als der Vorderrand. Die Seiten sind kaum merkbar ausge-

schweift. Die Scheibe ist mässig gewölbt, nach vorne nur wenig geneigt, dicht gerunzelt (nicht punktiert, wie es Distant beschreibt); die Calli sind flach, hinten durch eine feine Querfurchung begrenzt, die Strictura apicalis ist scharf, aber schmal. Das Schildchen ist kaum gewölbt. Die Hemielytren erstrecken sich etwas über die Spitze des Hinterkörpers. Die Beine sind mässig lang, hell bedornt, das erste Glied der Hinterfüsse fast doppelt länger als das zweite. — Long. 4—5, lat. 1.2—1.8 mm.

Bandarawella, Weligama, mehrere Exemplare, Dr. Horn.

Stenotus bipunctatus n. sp.

Ziemlich gestreckt, matt, kurz anliegend, gelbweiss behaart. Gelb, auf der Stirn eine schwarze Längslinie, der Clypeus rötlich; der Halsschild an den Seiten breit rot oder braun, zuweilen nur eine helle Längsbinde in der Mitte oder fast die ganze Scheibe dunkel, an den Hinterecken ein runder, schwarzer Fleck. Das Schildchen mit rot überzogen oder fast einfarbig rotbraun—braun, die Basalecken schwarz. Die äussere Hälfte oder fast der ganze Clavus, das Corium, der ziemlich breite Aussenrand ausgenommen, rotbraun, der Innenrand des Cuneus, Striche und Flecke auf den Brüsten, die Seiten des Hinterkörpers und die zwei ersten Fühlerglieder rot, die zwei letzten braun, das Rostrum und die Beine gelb, die Spitze des erstgenannten schwarz, die Spitze der vorderen und die Hinterschenkel rot besprenkelt, die Spitze der Vorderschienen, die Hinterschienen vom basalen Drittel an und die Füsse braunschwarz. Der Kopf ist geneigt, von vorne gesehen etwas breiter als lang, von der Seite gesehen etwa ebenso hoch wie lang. Die Stirn ist von der Seite gesehen erst ganz seicht dann etwas oberhalb der Clypeusbasis vertical abgeneigt, einen kleinen Buckel bildend, der Clypeus ziemlich hervortretend, vertical. Die Genae sind klein, die Kehle kurz. Die Fühler sind etwa in der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied ist verdickt, etwa ebenso lang wie der Kopf von vorne gesehen, das zweite etwa dreimal länger als das erste, mehr wie doppelt länger als das dritte, das vierte ebenso lang als das

erste. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Mittelhüften, das verdickte erste Glied etwas die Kopfbasis überragend. Die Augen sind gross und vorspringend, ihr Durchmesser ebenso so breit (♂) oder nicht voll um die Hälfte schmäler als die Breite der Stirn zwischen denselben. Der Basalrand des Halsschildes ist gerade, nur an den Seiten seicht gerundet, etwa $^1/_4$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, etwa $^1/_3$ breiter als der Vorderrand, die Seiten sind nach vorne gerade verengt. Die Scheibe ist etwas gewölbt, nach vorne wenig abgeneigt, fein gerunzelt, die Calli flach, hinten durch eine etwas erloschene Querlinie begrenzt, die Apicalstrictur ist schmal, aber scharf. Das Schildchen ist fast plan. Die Hemielytren überschreiten etwas die Spitze des Hinterkörpers, die grosse Membranzelle ist ziemlich scharf winkelig. Die Beine mässig lang, die Schienen hell bedornt, das erste Glied der Hinterfüsse fast doppelt länger als das zweite. — Long. 5—5.5, lat. 1.8—2 mm.

Diese Art unterscheidet sich leicht von der vorigen u. a. durch den Bau des Kopfes.

Peradeniya, 28. XI. 1901, 4 Exemplare, Dr. Uzel.

Lygus pubens Dist.

Dist., l. c., p. 456.

Der Körper ist ziemlich dicht, kurz anliegend gelb behaart. Der Kopf ist stark geneigt, von vorne gesehen viel breiter als lang, von der Seite gesehen etwa doppelt höher als lang. Die Stirn ist hinten gerundet, beim ♂ etwa $^1/_4$ schmäler als der Durchmesser des Auges. Die Augen sind gross und vorspringend, ihr Hinterrand den Vorderrand des Halsschildes bedeckend. Das Rostrum erstreckt sich etwas über die Hinterhüften, das verdickte erste Glied etwas den Apicalrand des Halsschildes überschreitend. Das erste Fühlerglied ist nur wenig verdickt, ebenso lang wie die halbe Kopfbreite hinten, das zweite ist ungefähr viermal länger als das erste, nicht voll doppelt länger als das dritte, das letzte etwas länger als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, nicht voll doppelt breiter als

die Länge der Scheibe in der Mitte, mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Scheibe mässig gewölbt.

Bandarawella, 3 ♂♂, Dr. Horn.

Lygus pabulinus Linn.

Diese Art ist nicht früher von Ceylon angegeben worden. Es scheint sehr wahrscheinlich, dass die von Distant l. c., p. 456, als *Lygus viridanus* Mot. aufgeführte zu dieser Art gehört, obgleich die Farbe der Membran nicht ganz übereinstimmend ist. Ich wage jedoch nicht diese Frage abzumachen, besonders da die Beschreibung Distant's viel zu fragmentarisch ist um eine sichere Antwort auf dieselbe geben zu können.

Pattipola, 22. II. 1902, Biró; Nurelia, Bandarawella, Kandy, Dr. Horn, zahlreiche Exemplare.

Lygus distanti n. sp.

♂. Ziemlich gestreckt, an den Seiten nur wenig gerundet, glänzend, das Schildchen und die Hemielytren etwas matter, oben ziemlich dicht, kurz anliegend hell behaart. Grün, die Spitze des Kopfes braun, das Schildchen, der Clavus und das Corium hinten gelbbraun, die äussere Apicalecke des Coriums und der innere Spitzenrand des Cuneus braunrot, die Membran graugelb, hinten und an den Seiten in der Mitte und vor der Cuneusspitze dunkler. Die Unterseite und das Rostrum gelbgrün, die Spitze des letztgenannten dunkel. Die Fühler braunschwarz, ein breiter Ring vor der Spitze des ersten und die Basalhälfte, die innerste Basis ausgenommen, des zweiten Gliedes rotbraun. Die Beine grün, die äusserste Spitze der vorderen Schenkel und der Schienen, sowie die Apicalhälfte der Hinterschenkel, ein Ring vor der Spitze ausgenommen, braunrot, das letzte Fussglied braun. Der Kopf vertical, von vorne gesehen viel breiter als lang, von der Seite gesehen doppelt höher als lang, die Stirn hinten gerandet und ausserdem mit einer Längsfurche. Die Augen sind sehr gross und vorspringend, ziemlich grob granuliert, ihr Durchmesser doppelt länger als die Breite der Stirn zwischen denselben. Das Rostrum er-

streckt sich bis zur Spitze der Hinterhüften, das ziemlich verdickte erste Glied etwa die Mitte der Vorderhüfte erreichend. Das nur wenig verdickte erste Fühlerglied ist ebenso lang wie die Hälfte der Kopfbreite hinten, das zweite Glied ist etwas mehr wie dreimal länger, das dritte doppelt, das letzte etwas länger als das erste. Der breit gerundete Basalrand des Halsschildes ist etwa doppelt breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten fast geradlinig verengt. Die Scheibe ist fein punktiert, ziemlich gewölbt und nach vorne abgeneigt. Die Calli sind undeutlich begrenzt, fast flach, die Apicalstrictur schmal, an den Seiten vom Hinterrande der Augen etwas bedeckt. Das Schildchen ist etwas gewölbt, fein quer gerunzelt. Die Hemielytren sind viel länger als der Hinterkörper, der Clavus fein runzelig, das Corium weitläufig punktiert. Die Membran ist irisierend, die Venen rot. Die Schienen bedornt, die Dörnchen aus dunklen Punkten entspringend, die Hinterschienen leicht gebogen. — Long. 5, lat. 2 mm.

Scheint nahe mit *L. bengalicus* Reut. verwandt zu sein, unterscheidet sich aber durch die Farbe und durch die roten Membranvenen.

Pattipola, 2,000 m., Biró, 1 ♂.

Lygus pumilus n. sp.

Gedrungen, glänzend, oben anliegend hell behaart. Gelb, die Spitze des Cuneus braun, die Membran gelbgrau, einige Flecke und der Aussenrand graubraun, die Unterseite rötlich, einige Flecke auf den Brüsten und die Mitte der Ventralsegmente gelb, das Rostrum, die Fühler und die Beine gelb, die Spitze des ersten Fühlergliedes, die Basis der Hüften, die Basis, zwei Ringe und die Spitze der Schenkel rot.

Der Kopf ist vertical, von vorne gesehen breiter als lang, die Stirn ist hinten gerandet, beim ♂ etwas schmäler als der Durchmesser des Auges. Das Rostrum überschreitet etwas die Spitze der Hinterhüften, das erste Glied verdickt, über die Mitte der Vorderhüften sich erstreckend.

Das erste Fühlerglied ist nicht voll so lang wie die Kopfbreite hinten, das zweite etwa dreimal länger, die zwei letzten fast gleichlang, etwas länger als das erste. Der breit gerundete Basalrand des Halsschildes ist fast mehr wie doppelt breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, nicht voll doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten seicht gerundet. Die Scheibe fein punktiert, mässig gewölbt und nach vorne geneigt, die Calli flach, die Apicalstrictur schmal, an den Seiten vom Hinterrande der Augen etwas bedeckt. Das Schildchen ist flach gewölbt, fein quer gerunzelt, die Hemielytren viel länger als der Hinterkörper, der Clavus und das Corium fein, etwas runzelig punktiert. Die Schienen hell bedornt, die Dörnchen aus dunklen Punkten entspringend. — Long. 3, lat. 1.5 mm.

Durch die Farbe der Beine und der Fühler, sowie durch die geringe Grösse leicht erkenntlich.

Peradeniya, 5 u. 18. I. 1902, Dr. Uzel, 2 ♂♂.

Tinginotum Kirk.

Kirk., Trans. Ent. Soc. Lond., 1902, pag. 263.

? *Hermotinus* Dist., l. c., p. 462, fig. 296.

Die Beschreibung Kirkaldy's l. c. ist z. T. lückenhaft, z. T. auch nicht richtig, woher hier eine neue Beschreibung gegeben wird.

Der Körper gestreckt oval, matt, oben sehr lang und abstehend hell behaart, auf dem Halsschilde und auf dem Schildchen ausserdem dunkle Haare, die in Büscheln gestellt sind, und hierdurch dem Halsschilde, gerade von oben gesehen, ein fleckiges Aussehen verleihen. Der Kopf ist vertical, von vorne gesehen deutlich breiter als lang, von der Seite gesehen fast mehr wie doppelt höher als lang. Die Stirn ist hinten seicht gerandet, in der Mitte erloschen der Länge nach gefurcht, kaum gewölbt. Der Clypeus ist stark hervortretend, fast parallel, die Wangen sehr klein, die Kehle kurz. Die Augen sind gross und hervorspringend, grob granuliert, den Vorderrand des Halsschildes berührend. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied mässig verdickt, kaum die Kopfbasis überragend. Die

Fühler sind gleich unterhalb der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied wenig verdickt, in der Mitte etwas verdünnt, etwa ebenso lang wie die Breite der Stirn mit einem Auge, die folgenden Glieder dünn, das zweite doppelt länger als das erste, die zwei letzten zusammen etwas länger als das zweite, das vierte etwas kürzer als das dritte. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, fast doppelt breiter als der Kopf, nur wenig breiter als die Länge der Scheibe, viel breiter als der Vorderrand, die ungerandeten Seiten geradlinig verengt, die Scheibe dicht punktiert, kräftig gewölbt und nach vorne stark geneigt, vorne zwischen den erloschenen Calli fein der Länge nach gefurcht, im Grunde beim auffallenden Lichte etwas silberfarbig tomentiert, die Apicalstrictur breit. Das Schildchen etwas gewölbt, erloschen punktiert, vorne mit einem weissen, queren Tomentbinde. Die Hemielytren unpunktiert, der Cuneus und das Corium mit weissen Tomentflecken, der Cuneus etwas länger als breit, das Embolium mässig breit, die grosse Membranzelle nicht scharf winkelig. Die mässig langen Beine sind lang behaart, die Schienen ausserdem bedornt, die Schenkel die Spitze des Hinterkörpers nicht überragend. Das erste Fussglied länger als das zweite (nicht das Gegenteil, wie es Kirkaldy beschreibt).

Diese Gattung gehört zu den echten Capsarien und ist nicht mit *Stethoconus* Fieb. verwandt.

Typus *T. javanum* Kirk.

Tinginotum javanum Kirk.

Das Kirkaldy'sche Typus-Exemplar, das ich vor mir habe, hat durch schlechte Conservierung ziemlich die Farbe verloren. Hier mag also zu der Beschreibung folgendes hinzugefügt werden. Auf dem Schildchen vor der Basis jederseits ein brauner-schwarzer Fleck. Das Corium ist hinten wie die Clavusbasis gefärbt.

Peradeniya, 3—26. I. 1902, Dr. Uzel, mehrere Exemplare, Kandy, 8. III. 1896, Madarasz. — Die Exemplare stimmen alle mit der Kirkaldy'schen Type aus Java überein.

Argenis Dist.

Dist. l. c., p. 435, fig. 280.

Der Körper oben matt, oben halb abstehend, kurz, auf dem Halsschilde und auf dem Schildchen ziemlich lang, abstehend hell behaart. Der Kopf ist vertical oder sogar nach hinten etwas geneigt, von vorne gesehen breiter als lang, von der Seite gesehen doppelt höher als lang. Die Stirn ist hinten fein gerandet, in der Mitte der Länge nach fein gefurcht, flach gewölbt. Der Clypeus ist mässig hervortretend, die Wangen klein, die Kehle sehr kurz. Die Augen ziemlich gross, hervorspringend, ziemlich grob granuliert, den Vorderrand des Halsschildes berührend. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Mitte der Mittelhüften, das erste Glied mässig verdickt, ziemlich die Basis des Kopfes überragend. Die Fühler sind gleich unterhalb des Augenvorderrandes eingelenkt, dünn, das erste Glied nur sehr wenig verdickt, in der Mitte etwas dünner, ebenso lang wie die Breite der Stirn mit den Augen, um die Hälfte kürzer als das zweite, das dritte etwas kürzer als das letztgenannte, das letzte etwa ebenso lang wie das erste. Der Basalrand breit gerundet, etwa $^{1}/_{3}$ breiter als der Kopf, etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, kürzer als die Länge der Scheibe in der Mitte. Die Hinterecken buckelförmig erhaben, stark glänzend und glatt. Die Seiten geradlinig verengt. Die Scheibe ist fein punktiert, kräftig gewölbt und nach vorne ziemlich geneigt. Die Calli sind flach, fast bis zum Seitenrande sich erstreckend, hinten durch eine sehr feine Querfurche begrenzt, die Apicalstrictur breit. Das Schildchen gewölbt, sehr fein punktiert. Die Hemielytren unpunktiert, das Embolium ziemlich breit, vom Corium durch eine Punktreihe begrenzt. Die grössere Membranzelle winkelig. Die Beine behaart, die Schenkel am Hinterrande ausserdem mit einigen dünnen, sehr langen Stachelhaaren bewehrt, die Schienen kurz bedornt. Das erste Glied der Hinterfüsse länger als das zweite.

Die Gattung ist wohl am nächsten mit *Tinginotum* Kirk. verwandt, unterscheidet sich durch etwas andere Behaarung, anderen Bau des Kopfes und des Halsschildes.

Argenis incisuratus (Walk.).

Zu der Distant'schen Beschreibung habe ich nichts hinzuzufügen. — Long. 3—4, lat. 1—1.8 mm.

Peradeniya, 30. XII. 1901—3. I. 1902, Dr. Uzel, Kandy, Dr. Horn, 8. III. 1896, Madarasz, Matala, Dr. Horn.

Proboscidocoris distanti Popp. n. nom.

Poeciloscytus lorgicornis Dist. (nec. Reut.) l. c., p. 458, fig. 294.

Betreffs der Farbe stimmt das mir vorliegende Exemplar gut mit der Distant'schen Beschreibung überein. Der Kopf ist länger als breit, etwas spitz vorgezogen, der Clypeus stark hervortretend. Die Stirn ist etwa $^1/_3$ breiter als der Durchmesser des Auges. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied die Kopfbasis nicht überragend. Das erste Fühlerglied ist etwas verdickt, kurz, die Kopfspitze nicht überragend, das zweite etwa dreimal länger als das erste, das letzte kaum länger als das dritte, beide zusammen etwas länger als das zweite. Der Basalrand des Halsschildes ist etwa $^1/_4$ breiter als die Länge der Scheibe, mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten gerade. Die Scheibe ist kräftig gewölbt, nach vorne ziemlich geneigt.

Von *Pr. longicornis* (Reut.) durch bedeutendere Grösse und andere Farbe zu unterscheiden.

Weligama, Dr. Horn, 1 ♂.

Proboscidocoris longicornis (Reut.).

Poeciloscytus pygmaeus Dist. l. c., p. 459.

Die Hinterschienen haben zuweilen in der Mitte einen schwarzbraunen—braunen Ring.

Weligama, Kandy, Negombo, Bandarawella, Puttalam, Dr. Horn, Peradeniya, Colombo, Dr. Uzel, zahlreiche Exemplare.

Camptobrochis orientalis Dist.

Dist. l. c., p. 460, fig. 295.

Mit gewissem Bedenken stelle ich zu der obigen Art ein

Exemplar, das betreffs der Farbe ziemlich abweichend ist. Die Farbe ist ja bei den Camptobrochen jedenfalls oft sehr variabel.

Oben unbehaart, glänzend, gelbgrau, auf dem Kopfe die Spitze, ein kleiner Fleck zwischen den Augen und der Basalrand, die Calli und die Scheibe des Halsschildes in der Mitte, das Schildchen, die Seiten, eine Längslinie in der Mitte und die Spitze ausgenommen, der innere Apicalrand zum Teil schmal und die äussere Apicalecke auf dem Corium, die Spitze und der Aussenrand des Cuneus sowie die Venen der Membran braunschwarz, die Unterseite schwarz, die Vorderbrust in der Mitte und die Orificien des Metastethiums gelb, das Rostrum gelb mit verdunkelter Spitze, die Fühler schwarz, das erste Glied, die Spitze ausgenommen, das zweite Glied in der Mitte und die Basis des dritten Gliedes gelb, die Beine gelb, zwei Ringe auf der Spitze der Schenkel, drei Ringe auf den Schienen und die Spitze der Füsse dunkel.

Der Kopf ist breiter als lang, etwa um die Hälfte schmäler als der Basalrand des Halsschildes, glatt, die Augen sind gross und vorspringend, ihr Durchmesser etwas breiter als die Stirn zwischen denselben (♀). Die Stirn wie bei den folgenden Arten fein gerandet. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften. Das erste Fühlerglied ist kurz, nur wenig länger als die Breite der Stirn zwischen den Augen, die Kopfspitze nicht überragend, das zweite fast viermal länger, wie die folgenden mit einzelnen, langen, abstehenden Haaren bekleidet, das dritte ebenso lang wie das erste (das letzte z. T. mutiliert). Der Basalrand des Halsschildes ist in der Mitte fast gerade abgestutzt, jederseits breit ausgeschweift, etwa $^{1}/_{3}$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten kaum ausgeschweift. Die Scheibe ist kräftig gewölbt, nach vorne stark abgeneigt, dicht, kräftig punktiert, die Punkte im Grunde dunkel, die Calli etwas gewölbt, glatt. Das flach gewölbte Schildchen, der Clavus und das Corium weitläufiger und etwas feiner, der Cuneus viel weitläufiger und feiner punktiert als der Halsschild, die Punkte im Grunde dunkel. — Long. 4.5, lat. 2 mm.

Peradeniya, 18. I. 1902, Dr. Uzel, 1 ♂.

Camptobrochis lutulentus Dist.

Dist. l. c., p. 461.

Diese Art scheint ziemlich betreffs der Farbe zu variieren. Sowohl die typische Form wie auch die von Distant l. c. erwähnte Var. liegen mir vor. — Der Kopf ist breiter als lang, glatt, mehr wie um die Hälfte schmäler als der Basalrand des Halsschildes, die Augen sind mässig gross, vorspringend, ihr Durchmesser nicht voll (♂) um die Hälfte kürzer als die Breite der Stirn zwischen denselben. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Hinterhüften, das erste Glied etwas die Kopfbasis überragend. Das erste Fühlerglied überschreitet unbedeutend die Kopfspitze und ist ebenso lang wie die Apicalstrictur des Halsschildes breit, die folgenden Glieder einzeln, ziemlich lang abstehend behaart, das zweite nur etwas mehr wie doppelt länger als das erste, das dritte etwas länger, das letzte ebenso lang wie das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist in der Mitte fast gerade abgeschnitten, jederseits ausgeschweift, etwa doppelt breiter als die Länge der Scheibe, etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten kaum ausgeschweift, die Vorderecken breit gerundet. Die Scheibe ist mässig gewölbt und nach vorne abfallend, sehr kräftig, dicht punktiert, die Punkte im Grunde dunkel, die Calli gewölbt, glatt, in der Mitte ganz zusammenfliessend und eine gleichhohe Querleiste bildend. Das Schildchen ist ebenso lang als breit, stark gewölbt, glatt. Der Clavus ebenso kräftig, aber weitläufiger als der Halsschild, das Corium sowohl feiner wie auch noch weitläufiger, der Cuneus fein und einzeln punktiert, die Punkte im Grunde dunkel. Long. 4—4.5, lat. 2.7 mm.

Anuradhapura, Dr. Horn, 2 ♂♂.

Camptobrochis pallidus n. sp.

Der vorigen Art sehr nahe stehend und von derselben durch folgende Merkmale verschieden. Der ganze Körper einfarbig hellgelb, die Membran zur Spitze schwach verdunkelt, die Spitze des ersten Fühlergliedes sehr schmal, die

Spitze des zweiten und die zwei letzten, und die Spitze des Rostrums braunschwarz, die Spitze der Schenkel und drei Ringe auf den Schienen erloschen verdunkelt, die Spitze des letzten Fussgliedes braun. Die Augen kleiner, die Stirn etwas breiter, doppelt breiter als der Augendurchmesser (♀), das erste Fühlerglied kaum kürzer, unbedeutend dicker, der Halsschild ist etwas gestreckter, der Basalrand jederseits gleichförmig gerundet, die Vorderecken nicht breit gerundet, die Scheibe weniger gewölbt und geneigt, viel weitläufiger punktiert, die Punkte im Grunde nicht dunkel, das Schildchen kaum gewölbt, wie die Hemielytren etwas weniger glänzend, die letztganannten viel weitläufiger, feiner punktiert.

Pattipola, 2,000 m., 22. II. 1902, Biró, 2 ♀♀.

Camptobrochis similis Dist.

Dist. l. c., p. 461.

Alle die mir vorliegenden Exemplare gehören der Var. an.

Glänzend, die Seiten des Halsschildes und der Hemielytren kurz hell bewimpert. Der Kopf ist breiter als lang, glatt, die Augen gross und vorspringend, ihr Durchmesser ebenso lang (♂) oder $^1/_3$ kürzer (♀) als die Breite der Stirn zwischen denselben. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das wenig verdickte erste Glied die Kopfbasis nicht überschreitend. Das erste Fühlerglied ist kurz, etwas die Kopfspitze überragend, etwa ebenso lang wie die Apicalstrictur des Halsschildes breit, die folgenden einzeln abstehend behaart, das zweite etwa dreimal länger als das erste, das dritte etwas länger als das vierte, etwa $^1/_3$ länger als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, jederseits kaum ausgeschweift, etwa doppelt breiter als die Länge der Scheibe und mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten gerade. Die Scheibe ist wenig gewölbt und geneigt, dicht und kräftig punktiert, die Calli glatt, wie bei *lutulentus* gebaut. Das Schildchen ist fast flach, glatt. Der Clavus ist ebenso kräftig und dicht, das Corium feiner und weitläufiger als der Halsschild punk-

tiert, das letztgenannte in der Mitte fast glatt, die Punktur des Cuneus erloschen. — Long. 4, lat. 1.8 mm.

Nalanda, Kandy, Matala, Dr. Horn, 3 Exx.

Deraeocoris gracilicornis n. sp.

Der Körper oben glänzend, unbehaart, braun, die Scheibe des Halsschildes etwas heller, das Schildchen hell gelb mit verdunkelter Spitze, die Hemielytren braunrötlich, das Embolium und der Cuneus gelb, der innere Spitzenrand des letztgenannten sehr schmal und die Venen der Membran rot, die letztgenannte gelb. Die Unterseite gelb, die Brüste an den Seiten braun, die Fühler, Beine und das Rostrum gelb, die Spitze des letztgenannten und der drei letzten Fühlerglieder braunschwarz.

Der Kopf ist glatt, wenig geneigt, von vorne gesehen wenig breiter als lang, von der Seite gesehen länger als hoch; die Stirn etwas gewölbt, ungerandet, etwa $^{1}/_{3}$ breiter als der Durchmesser des Auges (♀). Der Clypeus ist hervortretend, von der Stirn nicht scharf getrennt, die Kehle ist mässig lang. Die Augen ziemlich gross, hervorspringend. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das mässig verdickte erste Glied etwas die Kopfbasis überschreitend. Die Fühler sind lang und dünn, wenig dicht abstehend behaart, das erste Glied kaum verdickt, jedoch kräftiger als die übrigen, viel die Kopfspitze überragend, kaum kürzer als der Seitenrand des Halsschildes, um die Hälfte kürzer als das zweite, das zur Spitze nicht verdickt ist, die zwei letzten Glieder kürzer als das erste, gleichlang. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte fast gerade, nicht voll doppelt breiter als die Länge der Scheibe, mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten gerade. Die Scheibe ist ziemlich kräftig gewölbt, nach vorne mässig geneigt, wie die Propleuren ziemlich kräftig und dicht punktiert, die Calli vorne zusammenfliessend, glatt, kaum convex, die Apicalstrictur ziemlich schmal. Das Schildchen ist glatt, kürzer als an der Basis breit, ziemlich kräftig gewölbt. Die Hemielytren viel länger als der Hinterkörper, der Clavus ebenso kräftig, aber weitläufiger

punktiert als der Halsschild, das Corium feiner und weitläufiger, in der Mitte etwas erloschen punktiert. Die grosse Membranzelle ist ziemlich breit gebogen. Die Beine sind lang, abstehend behaart, das erste Glied der Hinterfüsse länger als das zweite, die Klauen mit einem Zähnchen. — Long. 4.5, lat. 2 mm.

Durch die langen und dünnen Fühler leicht kenntlich.

Peradeniya, 3. III. 1902, Dr. Uzel, 1 ♀.

Div. **Fulviaria** Reut.

In den mir vorliegenden Sammlungen ist auch die Gattung *Fulvius* Stål durch eine Art aus Nalanda, Dr. Horn, repräsentiert, das einzige Exemplar aber ist so sehr defect, dass eine nähere Bestimmung unmöglich ist.

Div. **Macrolopharia** Reut.

Cyrtopeltis crassicornis (Dist.).

Gallobelicus id. Dist. l. c., p. 477, fig. 310.

Diese Art gehört wohl sicher zu der Gattung *Cyrtopeltis* Fieb. und nicht zu *Engytatus* Reut., da die Klauen ganz kurz, obgleich nur wenig gekrümmt sind. — Die Augen sind beim mir vorliegenden ♂ gross und hervorspringend; die Fühler sind gleich vor der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied kurz, verdickt, etwas kürzer als der Kopf von oben gesehen, das zweite fast viermal länger als das erste, etwa $^1/_4$ länger als das dritte, das letzte unbedeutend länger als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist in der Mitte sehr breit ausgeschweift, etwa doppelt breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte und viel breiter als der Vorderrand. In anderen Hinsichten verweise ich auf die Distant'sche Beschreibung.

Negombo, Dr. Horn, 1 ♂.

Div. Cremnocephalaria Reut.

Plagiorhamma indica n. sp.

Oben matt, lang abstehend, weitläufig gelbweiss behaart; schwarzbraun, die Hemielytren gelb, längs der ganzen Commissur eine breite, hinten auf dem Clavus etwas winkelig, auf dem Corium sehr stark, vorne zweizackig erweiterte Längsbinde braunschwarz, der Cuneus rotbraun, die Membran gelbbraun, die Fühler, das Rostrum und die Beine gelb, die Spitze des zweiten und die zwei letzten Fühlerglieder sowie das erste Rostralglied rotbraun, die Spitze des Rostrums braun, die Apicalhälfte der Schenkel und die Spitze der Füsse braungelb, die Unterseite braun, in der Mitte gelb.

Der Kopf ist etwas breiter als lang, die Stirn ziemlich nach vorne geneigt, schwach gewölbt, beim ♀ etwa doppelt breiter als der Durchmesser des Auges, der Clypeus wenig hervortretend. Die Augen sind mässig gross, hervorspringend. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Hinterhüften, das etwas verdickte erste Glied ein wenig die Kopfbasis überschreitend. Das erste Fühlerglied verdickt, kurz, nur wenig die Kopfspitze überragend, etwa ebenso lang wie die Breite der Stirn zwischen den Augen, die folgenden kurz, anliegend behaart, das zweite fast viermal länger als das erste, ebenso lang als das dritte, nicht voll doppelt länger als das letzte. Der Basalrand des Halsschildes ist breit ausgeschweift, nicht doppelt breiter als die Länge der Scheibe und etwa ebenso viel breiter als der Vorderrand, die Hinterecken etwas zugespitzt. Die Seiten sind kräftig ausgeschweift. Die Scheibe ist gewölbt und nach vorne geneigt, die Calli etwas convex, die Apicalstrictur in der Mitte etwas erloschen. Das Schildchen ist nicht gewölbt, in der Mitte etwas abgeflacht. Die Hemielytren sind viel länger als der Hinterkörper. Die Schenkel am Hinterrande mit langen, am Vorderrande mit kürzeren Borstenhaaren bewehrt. Die Schienen kurz bedornt. — Long. 2.5, lat. 0.9 mm.

Von *Pl. suturale* H.-Sch. sofort durch die lange Behaarung zu unterscheiden und in dieser Hinsicht an *Pl. pilosa* Reut. errinnernd und mit derselben sehr nahe verwandt, unterscheidet sich aber u. a. durch etwas andere Farbe und anderen Bau der Fühler.

Peradeniya, 24. V. 1902, Dr. Uzel, 1 ♀.

Div. Heterotomaria Reut.

Pilophorus typicus (Dist.).

Thaumaturgus Dist. Ann. Mag. Nat. Hist. (8) IV, 1909, p. 518.

Die von Distant l. c. beschriebene und zu einer neu creierten Gattung geführte Art ist ein ganz typischer *Pilophorus.*

Der Vorderkörper, die äussere Apicalecke des Coriums und der Cuneus glänzend, ohne Metallschimmer. Der Kopf, der Halsschild und das Schildchen dunkel und kurz anliegend behaart, die Hemielytren gelb beschuppt und das Corium vor der Mitte und vor der Spitze mit zwei von weissen Schuppen gebildeten Querbinden, von denen die letztgenannte mit einer Binde an der Spitze des Clavus zusammenfällt.

Peradeniya, 24. V. 1902, Dr. Uzel, Weligama, Dr. Horn.

Cyrtorrhinus lividipennis Reut.

Dist. Faun. Brit. Ind., p. 476, fig. 308.

Bei frisch erhaltenen Exemplaren ist die Farbe der Hemielytren grün, wird aber bei älteren und geblichenen Exemplaren gelblich.

Peradeniya, 31. I und 29. III. 1902, Dr. Uzel.

Uzeliella n. gen.

Der Körper gestreckt und schmal, oben glänzend mit etwas matteren Hemielytren, der Kopf und der Halsschild ziemlich lang, abstehend, die Hemielytren kürzer und mehr

anliegend behaart. Der Kopf ist fast horizontal, vorne vertical abgestutzt, von oben gesehen viel kürzer als breit, von vorne gesehen zugespitzt, breiter als lang, von der Seite gesehen höher als lang. Die Stirn ist vorne etwas gewölbt und hier von oben gesehen nicht vorgezogen. Die Augen sind mässig gross, vorspringend, ziemlich weit vom Hinterrande des Kopfes gelegen, hinten etwas ausgeschweift. Der Kopf hinter denselben etwas verengt. Der Clypeus ist ziemlich hervortretend, von der Stirn deutlich getrennt. Die Lorae unten undeutlich begrenzt, die Wangen klein, die Kehle ganz kurz. Das Rostrum ziemlich dünn, bis zu den Hinterhüften sich erstreckend, das etwas verdickte erste Glied kurz, kaum den Vorderrand des Halsschildes überschreitend. Die Fühler sind gleich unterhalb der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, lang und dünn, das erste Glied mit längeren, die folgenden mit ganz kurzen, anliegengen, dunklen Haaren bekleidet, das erstgenannte ziemlich verdickt, kurz, kaum länger als die Kopflänge von oben gesehen, das zweite annähernd fünfmal länger, etwa $^1/_3$ länger als das dritte (das vierte mutiliert). Der Basalrand des Halsschildes ist tief und breit ausgeschnitten, mehr wie doppelt breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, nicht voll doppelt breiter als der Vorderrand, die Hinterecken etwas spitz, die Seiten gerade, scharf gerandet, die Randung längs dem ganzen Vorderrande sich fortsetzend, wodurch der letztgenannte etwas aufgebogen erscheint. Die glatte Scheibe ist etwas gewölbt, nach vorne nur wenig geneigt, die Calli gewölbt, die vordere Hälfte der Scheibe einnehmend, am Hinterrande durch eine ziemlich tiefe, bis zu den Seiten sich erstreckende Querfurche begrenzt, eine Apicalstrictur nicht vorhanden. Das Mesonotum breit hervortretend. Das Schildchen flach, kaum länger als breit. Die Hemielytren sind viel länger als der Hinterkörper, das Embolium hinten erweitert, die grosse Membranzelle schmal, winkelig, undurchsichtig und von derselben Farbe wie der Cuneus. Der Vorderbrustxyphus ist gerandet, das Mesosternum ziemlich lang, die Orificien des Metastethiums kurz, nicht hoch gerandet. Die Flügelzelle ohne Hamus. Die Beine ziemlich lang, kurz

anliegend behaart, die Hinterschenkel verdickt, am Hinterrande mit einigen langen, abstehenden Borstenhaaren, die Schienen kurz bedornt, das erste Fussglied etwas kürzer als das zweite, die Arolien der Klauen schmal, frei, convergierend.

Ist ohne Zweifel nahe verwandt mit *Malacocoris* Fieb., unterscheidet sich durch anderen Bau des Kopfes und besonders des Halsschildes, sowie durch das stark hervortretende Mesonotum. Scheint auch mit *Zanchius* Dist. verwandt zu sein, die Stirn ist ungefurcht, der Vorderrand des Halsschildes ist gerandet und die Schienen sind bedornt.

Typus *U. flavovirens* n. sp.

Uzeliella flavovirens n. sp.

Gelbgrün, die Hemielytren grün mit grossen, gelben Flecken, ein runder Fleck am Aussenrande des Clavus hinter der Mitte und ein viereckiger auf dem Corium hinter der Mitte braungelb, die Basis und die Spitze des Cuneus gelb, die Membranzelle grün mit gelber Spitze, die Fühler, die Beine und das Rostrum gelb, das erste Glied der erstgenannten gelbrot, die Basis der Schenkel weisslich. — Long. 3.5, lat. 1 mm.

Peradeniya, 23. III. 1902, Dr. Uzel, 1 ♀.

Sthenaridea pusilla Reut.

Dist. l. c., p. 475, fig. 306.

Heneratgoda, 18. II, Colombo, 22. II. 1902, Dr. Uzel, Horromapotam, Anuradhapura, Dr. Horn, zahlreiche Exemplare.

Div. Halticaria Reut.

Halticus minutus Reut.

Dist. l. c., p. 480, fig. 312.

Colombo, 28. II. 1902, Biró, Peradeniya, 17. XI. 1901, Heneratgoda, 14. II. 1902, Dr. Uzel, Kandy, 4. II. 1896, Madarasz, Anuradhapura, Puttalam, Nalanda, Horromapotam, Dr. Horn.

Div. Phylaria Reut.

Ragmus Dist.

Dist. Ann. Mag. Nat. Hist. (9) XXV, 1910, p. 18.

Mit gewissem Bedenken führe ich zu dieser Gattung eine kleine Miride, indem die Beschreibung nicht ganz auf derselben passt: die ganze Oberseite ist teils anliegend und kürzer hell, teils abstehend und länger dunkel behaart (in der Beschreibung wird nur der Cuneus als behaart angegeben) und das erste Fussglied ist kürzer als das zweite. Die Gattung ist wohl nahe mit *Apocremnus* Fieb. verwandt, unterscheidet sich u. a. durch die bedornten Schenkel.

Ragmus importunitas Dist.

Die Exemplare stimmen ganz betreffs der Farbe mit der Distant'schen Beschreibung.

Kandy, 8. III. 1896, Madarasz, Colombo, 28. II. 1898, Biró.

Pararagmus n. gen.

Ziemlich gedrungen, matt, unpunktiert, der Kopf und der Halsschild kurz und anliegend hell und ausserdem, wie der Clavus, das Corium und der Cuneus, länger, halb abstehend dunkel behaart. Der Kopf ist vertical, breiter als der Vorderrand des Halsschildes, von vorne gesehen kurz und breit dreieckig zugespitzt, viel breiter als lang, von der Seite gesehen etwas höher als lang; die Stirn ist flach gewölbt, hinten sehr leicht der Quere nach eingedrückt, scharf, aber niedrig gerandet; der Clypeus ist ziemlich hervortretend, seicht von der Stirn abgesetzt, die Lorae ziemlich schmal, deutlich, obgleich fein abgesetzt, die Wangen klein, die Kehle undeutlich hervortretend. Die Augen sind ziemlich klein, fein granuliert, von der Seite gesehen gestreckt, hinten seicht ausgeschweift, bis auf die Wangen sich erstreckend, den Vorderrand des Halsschildes fast berührend. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied etwas verdickt, die Kopfbasis kaum überschrei-

tend. Die Fühler unterhalb der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied etwas verdickt, kurz, etwa ebenso lang wie die Länge des Kopfes von oben gesehen, mit einigen dunklen Borsten bewehrt, das zweite ziemlich dünn, zur Spitze kaum verdickt, wie das folgende (das letzte mutiliert) kurz anliegend behaart, das zweite etwa dreimal länger als das erste, das dritte etwa $1/4$ kürzer, dünner als das zweite. Der Basalrand des Halsschildes fast gerade, mehr wie doppelt breiter als die Länge der Scheibe, fast doppelt breiter als der Vorderrand, das Mesonotum nur wenig frei lassend, die Seiten nach vorne sehr leicht gerundet, etwas gekantet, die Scheibe fast flach, nach vorne nicht abgeneigt, die Calli nicht abgesetzt, die Apicalstrictur fehlt. Das Schildchen ist kaum länger als breit. Die Hemielytren sind viel länger als der Hinterkörper, der Clavus, das Corium und der Cuneus mit sehr feinen Pünktchen, aus denen die Haare entspringen. Die grosse Membranzelle nicht die Cuneusspitze überragend, hinten zugespitzt. Der Vorderbrustxyphus gewölbt. Die Orificien des Metastethiums klein und sehr kurz, schief gestellt, kaum gerandet. Die verdickten Schenkel am Vorderrande mit aus schwarzen, in einer Reihe geordneten Punkten entspringenden schwarzen Dörnchen, die Schienen an der Oberseite mit kräftigen, paarig gestellten, langen, schwarzen Dörnchen, die aus schwarzen, an der Basis zusammenfliessenden Flecken entspringen. Die Füsse dünn, das erste Glied kürzer als das zweite, die Klauen ziemlich fein, etwas gebogen, mit kurzen, mit denselben verwachsenen Arolien.

Die Gattung ist mit *Ragmus* Dist. nahe verwandt, unterscheidet sich aber durch breiteren, weniger nach vorne vorgezogenen und zugespitzten Kopf, die Stirn hinten gerandet, ebenso die Seiten des Halsschildes, dessen Basalrand nicht ausgeschweift ist und dessen Calli nicht abgesetzt sind. Die Hemielytren sind sehr fein punktiert, nur dunkel behaart.

Typus: *P. annulicornis* n. sp.

Pararagmus annulicornis n. sp.

Gelbgrün, einige Flecke am Innenrande des Cuneus schwarz, die Membran glasartig durchsichtig, hinten etwas

rauchig, eine zackige, schmale Binde, die von der Spitze der grossen Membranzelle entspringt und erst nach hinten und dann zum Seitenrande verläuft, braun. Die Fühler, das Rostrum und die Beine gelb, zwei Ringe auf dem ersten Fühlergliede, die Basis, ein Ring in der Mitte und ein gleich vor der Spitze auf dem zweiten, sowie das dritte Glied schwarz, die Spitze des Rostrums und des letzten Fussgliedes braunschwarz.

Die Stirn ist sehr breit, beim ♂ mehr wie doppelt breiter als der Durchmesser des Auges. — Long. 2.5, lat. 1 mm.

Peradeniya, 24. V. 1902, gestreift von niedrigen Pflanzen im botanischen Garten, Dr. Uzel, 1 ♂.

Öfversigt af Finska Vetensaps-Societetens Förhandlingar.
1910—1911. LIII. Afd. A N:o 3.

Beiträge zur Miriden-Fauna Australiens.

Von
B. POPPIUS.

Div. **Capsaria** Reut.

Pseudopantilius australis (Walk.)

Tasmanien King Insel, Mt. Wellington, Lea (comm. Schouteden).

Creontiades insularis n. sp.

Gestreckt, fettig glänzend, oben weitläufig mit kurz anliegenden, weissen Haaren besetzt, die auf dem Halsschilde vorne, auf dem Schildchen, auf dem Clavus, auf der hinteren Innenhälfte des Coriums und auf der Spitzenhälfte der Schenkel aus kleinen, runden, braunen Fleckchen entspringen, der Basalrand des Halsschildes in der Mitte, zwei Flecke an der Basis und die Spitze des Schildchens sowie die Klauen braunschwarz, auf der Stirn zahlreiche, sehr feine, gebogene Querlinien und der Clypeus in der Mitte rötlich.

Der Kopf ist von vorne gesehen etwa ebenso lang wie breit, etwa um die Hälfte schmäler als der Basalrand des Halsschildes, von der Seite gesehen etwa ebenso hoch wie lang, die Stirn der Länge nach gefurcht, ziemlich geneigt, der Clypeus stark hervortretend, vertical, von der Stirn deutlich abgesetzt, die Wangen klein, die Kehle kurz. Die Augen gross und vorspringend, ziemlich grob granuliert, nach unten sich bis auf die Kehle erstreckend, vorne leicht ausgeschweift, ihr Durchmesser beim ♀ nur wenig kürzer als

die Breite der Stirn zwischen den Augen. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Hinterhüften, das erste Glied ziemlich den Apicalrand des Halsschildes überragend. Das erste Fühlerglied verdickt und ziemlich lang, länger als der Kopf, mit einigen Borsten bewehrt, die zwei folgenden (das letzte mutiliert) sehr kurz anliegend behaart, dünn, das zweite $2\frac{1}{2}$ mal länger als das erste, fast $\frac{1}{3}$ länger als das dritte. Der Basalrand des Halsschildes breit gerundet, in der Mitte sehr leicht ausgeschweift, nicht voll doppelt breiter als die Länge der Scheibe, etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten geradlinig verengt. Die Scheibe ist ziemlich flach, nach vorne leicht geneigt, die Calli wenig hervortretend, die Apicalstrictur schmal. Das Schildchen etwas kürzer als der Halsschild, flach, ebenso lang wie breit. Die Hemielytren ebenso lang wie der Hinterkörper, die Membran braungelb, die grosse Zelle hinten gerundet. Die Schienen bedornt, die Dörnchen ebenso lang wie der Durchmesser der erstgenannten. Das erste Glied der Hinterfüsse kaum kürzer als das zweite. – Long. 6, lat. 2 mm.

Nahe mit *Cr. pacificus* (Stål) verwandt, unterscheidet sich aber durch anderen Bau der Fühler, sowie durch die dunkel punktierte Oberseite.

N. Caledonien: Nouméa, 1 ♀ (comm. Schouteden).

Calocoris hobartensis n. sp.

Oval, ziemlich glänzend, die ganze Oberseite, die Fühler und die Beine ziemlich kurz anliegend schwarz behaart, der Hinterkörper mit weissen, anliegenden Haaren bekleidet. Gelbgrün, der Halsschild hinten mehr grün, zwei kleine Flecke in der Mitte der Scheibe schwarz, die Hinterecken, die Hemielytren, die Fühler und die Beine rötlich gelbbraun, die Schenkel heller, die Spitze derselben mehr oder weniger dunkel besprenkelt, auf den Hemielytren die Clavusspitze, auf dem Corium die Sutura Clavi, sowie der Cuneus, die innere Basalecke ausgenommen, gelb. Die Spitze des zweiten und das letzte Rostralglied, die Schienen zur Spitze und die Füsse braun. Die Membran graubraun, hinter den

Zellen etwas verdunkelt, die Venen rot. Zuweilen die Stirn hinten braun und eine Längsbinde auf dem Clavus, die Innensutur des Coriums in der Mitte und zwei Längsflecke hinten schwarz.

Der Kopf ist ziemlich stark geneigt, von vorne gesehen etwa ebenso lang als breit, von der Seite gesehen länger als hoch, die Stirn etwas gewölbt, ohne Eindrücke, beim ♂ kaum $^{1}/_{4}$, beim ♀ $^{1}/_{3}$ breiter als der Druchmesser des Auges, der Clypeus stark hervortretend, von der Stirn kräftig abgesetzt, etwas nach hinten gerichtet, die Lorae ein wenig convex, die Genae klein, die Kehle kurz. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Hinterhüften, das erste Glied kräftig, kaum die Mitte der Vorderhüften erreichend. Das erste Fühlerglied mässig verdickt, kaum länger als der Kopf von der Seite gesehen, viel die Kopfsspitze überragend, die folgenden Glieder dünner, das zweite fast viermal länger als das erste, doppelt länger als das dritte, das letzte etwas länger als das erste, die zwei letzten etwas dünner als das zweite. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, etwa doppelt breiter als der Kopf mit den Augen, kaum um $^{1}/_{3}$ breiter als die Länge der Scheibe, doppelt breiter als der Vorderrand, die Seiten gerade verengt. Die Scheibe ist sehr fein gerunzelt, gewölbt und nach vorne stark geneigt, die Calli schwach convex, hinten durch eine wenig tiefe Querfurchung begrenzt, die Apicalstrictur kaum schmäler als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen ist flach, kaum kürzer als der Halsschild, etwas länger als breit. Die Hemielytren überschreiten mässig die Spitze des Hinterkörpers, der Clavus und das Corium fein runzelig punktuliert. Die Spitze der grossen Membranzelle ist etwas winkelig. Die Beine mässig lang, die Schienen bedornt, das erste Glied der Hinterfüsse etwas kürzer als das zweite. Beim ♂ auf dem Genitalsegmente aussen vom etwas gebogenen Forcepszahn ein Höckerchen. — Long. 7, lat. 3 mm.

Tasmanien: Hobart, Lea, mehrere Exemplare (Comm. Schouteden).

Ommatodema n. gen.

Der Körper ziemlich gestreckt, schmal, fast parallel, oben glänzend, die Hemielytren matt, sehr kurz, anliegend und weitläufig hell behaart. Der Kopf ist nur wenig schmäler als der Basalrand des Halsschildes, von oben gesehen fast doppelt breiter als lang, von der Seite gesehen etwa $^1/_3$ höher als lang, stark geneigt. Die Stirn ist hinten erloschen gerandet, zwischen den Augen ziemlich breit der Länge nach gefurcht, vorne gewölbt, breit gerundet und etwas vorgezogen, den Clypeus jedoch nicht bedeckend. Der letztgenannte ist von der Seite gesehen von der Stirn durch einen mässig tiefen Ausschnitt getrennt, ziemlich stark hervortretend, oben gewölbt und dann gerade nach hinten gerichtet. Die Wangen ziemlich klein, die Kehle kurz. Die Augen sind sehr gross und sehr kräftig hervorspringend, granuliert, den Vorderrand des Halsschildes jederseits etwas bedeckend, nicht sehr weit an den Kopfseiten nach unten ausgezogen, sowohl von oben wie von den Seiten breit eiförmig erscheinend. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Hinterhüften, das erste Glied nicht auffallend verdickt, die Basis der Vorderhüften erreichend. Die Fühler sind unten am Vorderrande der Augen eingelenkt, das erste Glied ist mässig verdickt, etwa ebenso lang als der Vorderrand des Halsschildes breit, das zweite wenig dünner, etwa viermal länger als das erste, das dritte nur wenig kürzer und dünner als das zweite (das letzte mutiliert), alle sehr kurz, anliegend behaart. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte seicht ausgeschweift, etwa $^1/_3$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte und etwa ebenso viel breiter als der Vorderrand, die Seiten hinter der Mitte ziemlich ausgeschweift, von hier nach vorne gerundet, der Seitenrand etwas scharf. Die Scheibe hinten quer gerunzelt, mässig gewölbt, nach vorne geneigt, die Calli gross, zusammenfliessend in der Mitte, bis zu den Seiten sich erstreckend, gewölbt, hinten durch eine tiefe Querfurchung scharf begrenzt, die Apicalstrictur ist fein, aber scharf, viel schmäler als der Durch-

messer des ersten Fühlergliedes, an den Seiten etwas von den Augen bedeckt. Das Schildchen ist etwas länger als breit, flach gewölbt, feingerunzelt, die Hemielytren länger als der Hinterkörper, fein gerunzelt, der Cuneus länger als breit, die grosse Membranzelle schmal mit breit gerundeter Spitze. Die Flügelzelle ohne Haken. Die Rima orificiorum des Metastethiums ist undeutlich. Die Beine zeimlich lang, anliegend kurz behaart, die Schienen mit einigen dunklen Dörnchen, das erste Fussglied kaum kürzer als das zweite, beide zusammen ebenso lang wie das dritte, die Arolien der Klauen frei, divergierend.

Diese eigentümliche Gattung ist wohl mit *Porphyrodema* Reut. und *Zanessa* Kirk. verwandt, unterscheidet sich aber sowohl durch den Bau des Kopfes wie auch des Halsschildes.

Typus: *O. leanum* n. sp.

Ommatodema leanum n. sp.

Der Kopf gelb, hinten auf der Stirn zwei nach vorne convergierende Längslinien, die dann sich winkelig nach aussen biegen, und vor denselben fünf gebogene Querlinien, zwei Längslinien jederseits auf dem Gesichte vor den Augen und eine Längslinie auf dem Clypeus, die an der Basis in zwei Ästen sich gabelt, braun oder schwarzbraun, die Augen braunrot. Der Halsschild gelb, der Seitenrand und vier breite Längslinien, die den Basalrand ganz schmal frei lassen, schwarz; das Schildchen gelb, die Seiten und eine Längslinie in der Mitte schwarz. Die Hemielytren gelb, die Innensutur des Clavus sehr schmal, eine breite Längslinie in der Mitte und die Aussensutur, auf dem Corium der Innenrand und eine Längslinie, die von der Mitte sich in zwei breiten Ästen gabelt, von denen der innere mit dem Innenrande kurz zusammenfliesst, und die sich auf dem Cuneus breit fortsetzen, dunkelrot, der Aussenrand des Coriums sehr schmal schwarz. Die Membran wenig durchsichtig, grauschwarz, hinter der Cuneusspitze etwas heller, die Venen gelb. Die Unterseite gelb, zwei Längslinien auf den Propleuren, zwei auf den Mesopleuren und ein Fleck auf den

Metapleuren braunschwarz, eine Längsbinde jederseits auf den Ventralsegmenten und einige Flecke innerhalb derselben rot. Die Fühler gelbbraun, das dritte Glied verdunkelt, das Rostrum und die Beine gelb, die Spitze des erstgenannten, ein Fleck auf den Hüften und einige am Apicaldrittel der Schenkel braunschwarz, die Spitzenhälfte der Schenkel mehr oder weniger braunrot, die Füsse braunschwarz. Beim ♂ ist die Stirn ebenso breit wie der Durchmesser des Auges. — Long. 5, lat. 1.8 mm.

Tasmanien: Swansea, Lea, 1 ♂ (comm. Schouteden).

Div. **Miraria** Reut.

Protomiris n. gen.

Der Körper ziemlich breit, mässig gestreckt, oben glänzend, kurz, halb abstehend und weitläufig dunkel behaart. Der Kopf ist viel breiter als lang, von der Seite gesehen leicht geneigt, ebenso hoch wie lang. Die Stirn der Länge nach gefurcht, an der Basis ziemlich scharf gerundet, vorne winkelig vorgezogen und über die Basis des Clypeus sich erstreckend. Die Augen sind gross und vorspringend, bis zum Vorderrande des Halsschildes sich erstreckend. Der Clypeus ist scharf von der Stirn getrennt, stark hervortretend, oben von der Seite gesehen etwas gerundet und zur Spitze nach hinten gerichtet. Die Lorae sind schmal, die Wangen wenig hoch, die Kehle sehr kurz. Das Rostrum kurz, bis zur Mitte der Mittelhüften sich erstreckend, das verdickte erste Glied kaum die Basis der Vordercoxen überragend. Die Fühler sind etwas kürzer als der Körper, das erste Glied länger als der Kopf, mit einigen dunklen Borsten bewehrt, verdickt, das zweite ziemlich dünn, viel länger als das erste, wie die folgenden kurz anliegend hell behaart, die zwei letzten dünner als das zweite, zusammen kürzer als dasselbe. Der Halsschild ist viel breiter als lang, der Basalrand etwa doppelt breiter als der Vorderrand, in der Mitte leicht ausgeschweift mit abgerundeten Hinterecken, das Mesonotum nicht bedeckend. Die

Seiten sind geradlinig verengt. Die Scheibe nur leicht gewölbt, nach vorne etwas abgeneigt, wie die Hemielytren fein gerunzelt, die Calli flach, undeutlich begrenzt, die Scheibe zwischen denselben etwas eingedrückt. Der Vorderrand mit einer feinen, ziemlich scharfen Strictura spuria, die die Seiten nicht überschreitet, die letztgenannten ziemlich stumpf. Das Schildchen ist ebenso lang wie breit, kürzer als der Halsschild. Die Hemielytren sind viel länger als der Hinterkörper, der Cuneus fast doppelt länger als an der Basis breit, die Membranzellen durchsichtig, gestreckt, die grössere die Cuneusspitze nicht erreichend. Die Flügel ohne Zellhaken. Die Rima Orificiorum des Metastethiums ist mässig lang, fast gerade, unten gerandet. Die Beine ziemlich kurz, die Schienen fein und hell bedornt, das erste Glied der Hinterfüsse ebenso lang wie das zweite, beide kürzer als das dritte. Die Arolien der Klauen frei, divergierend.

Erinnert durch die breite Körperform viel an *Austromiris* Kirk., unterscheidet sich aber leicht durch die spitz vorgezogene Stirn. Von anderen Mirariengattungen durch das kurze erste Fussglied zu unterscheiden.

Typus: *Pr. nigronasutus* n. sp.

Protomiris nigronasutus n. sp.

Kopf und Halsschild gelb, der Basalrand des letztgenannten, das Schildchen, die Basis ausgenommen, die gelb ist, und die Hemielytren grün, die Membran graubraun mit grünen Venen, die Seiten der Stirn vor den Augen, die Basis des Clypeus und die Aussenseite des ersten Fühlergliedes schwarz - braun, die Innenseite des ersten Fühlergliedes braun, die übrigen Glieder gelb, das zweite zur Spitze etwas rötlich, die Unterseite gelb, etwas mit grün überzogen, das Rostrum und die Beine gelb, die Spitze des erstgenannten, die Spitze der hinteren Schienen und die Klauen schwarzbraun.

Die Stirn ist beim ♂ etwa $^1/_4$ breiter als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist ebenso lang

wie die Breite des Halsschildes vorne, das zweite etwa dreimal länger, das dritte etwas länger, das vierte etwas kürzer als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist nicht voll doppelt breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte.

Beim ♂ ist der linke Hamus copulatorius breiter, zweigabelig, der rechte schmal, einfach. — Long. 6, lat. 2 mm.

Tasmanien: King Insel, Lea, 4 ♂♂ (comm. Schouteden).

Dasymiris n. gen.

Der Körper gestreckt, beim ♀ ziemlich breit, matt, oben dicht und lang abstehend hell behaart. Der Kopf ist horizontal, von oben gesehen etwas breiter als lang, von der Seite gesehen etwas länger als hoch, quadrangulär. Die Stirn ist hinten scharf gerandet, zwischen den Augen mit einer kurzen und seichten Längsfurche, vorne spitz vorgezogen, die Basis des Clypeus bedeckend. Der letztgenannte stark hervortretend, von der Stirn durch einen winkeligen Ausschnitt getrennt, etwas nach hinten gerichtet. Die Wangen sind klein, die Kehle ganz kurz. Die Augen sind ziemlich gross und vorspringend, den Vorderrand des Halsschildes erreichend, von der Seite gesehen hinten seicht ausgeschweift. Das Rostrum erstreckt sich bis zur Spitze der Mittelhüften, das erste Glied etwas den Vorderrand des Halsschildes überragend. Die Fühler sind etwa ebenso lang wie der Körper, dicht halb anliegend, das erste Glied länger als die übrigen, dunkel behaart, das erste Glied kräftig verdickt, länger als der Halsschild, das zweite viel länger, dünner als das erste, dicker als die zwei letzten. Der Halsschild ist breiter als lang, nach vorne ziemlich kräftig verengt, der Basalrand an den Seiten gerundet, in der Mitte breit ausgeschnitten, das Mesonotum nicht ganz bedecken. Die Seiten gleich hinter der Mitte seicht ausgeschweift, mässig scharf. Die Scheibe wie das Schildchen und die Hemielytren erloschen gerunzelt, hinten mässig gewölbt, nach vorne etwas geneigt, die Calli etwas gewölbt, von einander getrennt, gross, hinten deutlich und ziemlich scharf begrenzt,

die Apicalstrictur fehlt, die Scheibe vorne zwischen dem Vorderrande und den Calli in der Mitte etwas eingedrückt. Das Schildchen ist etwas länger als breit, kürzer als der Halsschild. Die Hemielytren sind länger als der Hinterkörper, beim ♀ an den Seiten leicht gerundet, der Cuneus fast doppelt länger als breit, die Membran undurchsichtig, die Zellen gestreckt, die Cuneusspitze nicht erreichend. Die Flügelzelle ohne Haken. Die Orificien des Metastethiums fast kreisrund, gerandet. Die Beine ziemlich lang, sehr lang und abstehend hell behaart, das erste Glied der Hinterfüsse etwas kürzer, das dritte ein wenig länger als das zweite, die Arolien der Klauen frei, divergierend.

Durch die lange Behaarung und durch das kurze erste Glied der Hinterfüsse leicht von anderen Mirarien-Gattungen getrennt.

Typus: *D. schoutedeni* n. sp.

Dasymiris schoutedeni n. sp.

Gelbgrau, eine zusammenhängende Linie in der Mitte der Stirn, des Halsschildes und des Schildchens, sowie die etwas erhobenenen Venen auf dem Clavus, dem Corium und der Membran gelbweiss, mehrere quergestellte, in der Mitte abgebrochene Querlinien und der Hinterand in der Mitte auf der Stirn rot, zwei Längslinien jederseits auf dem Halsschilde, die eine ganz am Seitenrande, sowie Längslinien jederseits der hellen Venen auf dem Clavus und auf dem Corium braun, die Membran braungelb, die Unterseite hellgelb, die Fühler, das Rostrum und die Beine gelb, das erste Fühlerglied und die Spitze der Hinterschenkel rötlich, die Spitze des Rostrums und die Klauen braunschwarz. Die Stirn ist beim ♂ etwas, beim ♀ etwa $^1/_3$ breiter als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist etwas länger als der Halsschild, das zweite nicht voll dreimal länger als das erste, kaum doppelt länger als das dritte, das letzte ebenso lang als das erste. Der Basalrand des Pronotums ist etwa $^1/_4$ breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte,

fast doppelt breiter als der Vorderrand. — Long. 7.5, lat. 2 (♂) — 2.8 (♀).

West-Australien, ohne nähere Angaben, ♂ u. ♀ (comm. Schouteden).

Trigonotylus brevipes Jak.

Neu-Caledonien: Nouméa, 1 Stück.

Div. **Macrolopharia** Reut.

Teratocapsus n. gen.

Der Körper gestreckt, in der Mitte nicht gerundet, unbehaart, glänzend, Halsschild, Schildchen, Clavus, Corium und Propleuren kräftig und dicht punktiert. Der Kopf ist sehr stark geneigt, von oben gesehen viel, von vorne gesehen deutlich breiter als lang, von der Seite gesehen ebenso hoch wie lang. Die Stirn zwischen den Augen sehr schmal, seicht concav, ohne Quer- oder Längsfurche, nach vorne sehr stark abgeneigt, der Clypeus ist wenig hervortretend, seicht gebogen, vertical, von der Stirn undeutlich abgesetzt, die Wangen sehr klein, die Kehle sehr kurz. Die Augen sehr gross und vorspringend, grob granuliert, bis auf die Unterseite des Kopfes sich ausdehnend, den Vorderrand des Halsschildes berührend. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied ist wenig verdickt, die Kopfbasis nicht überschreitend. Die Fühler sind unterhalb der Mitte des Augenvorderrandes eingelenkt, das erste Glied ist wenig verdickt, kurz, ebenso lang wie der Kopf von oben gesehen, unbehaart, das zweite viel länger, zur Spitze allmählich verdickt und hier dicker als das erste, dicht und anliegend, ziemlich kurz behaart, die zwei letzten etwas dünner als das zweite an der Basis, dicht und kurz anliegend behaart und ausserdem mit einigen langen und abstehenden Haaren bekleidet, unter einander gleich lang, etwas länger als das erste. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, nur etwa 1/3 breiter als der Kopf mit den

Augen, nicht voll doppelt breiter als die Länge der Scheibe und etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand. Die Seiten etwas scharf, kaum ausgeschweift. Die Scheibe ist ziemlich gewölbt, mässig nach vorne geneigt, die Calli etwas convex, zusammenfliessend, breit, hinten in der Mitte scharf begrenzt, die Apicalstrictur schmal, schmäler als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen flach gewölbt, länger als breit, kürzer als der Halsschild. Die Hemielytren länger als der Hinterkörper, der Cuneus etwas länger als breit, die grosse Membranzelle innen zur Spitze breit gerundet. Die Flügelzelle ohne Hamus. Die Rima orificiorum des Metastethiums ist transversal, gerandet. Die Beine mässig lang, kurz anliegend behaart, die Schienen ziemlich kurz bedornt, das erste Glied der Hinterfüsse etwa ebenso lang wie das zweite, das letzte lineär, zur Spitze nicht erweitert, die Arolien der Klauen kurz, nicht länger als die halbe Klaue, mit der letztgenannten verwachsen.

Diese Gattung erinnert habituell sehr an *Megacoelum* Fieb., gehört aber einer ganz anderen Division an und steht hier ziemlich isoliert.

Typus: *T. megacoeloides* n. sp.

Teratocapsus megacoeloides n. sp.

Gelbgrau, die Punkte im Grunde schwarz, auf dem Kopfe einige Längs- und Querstriche, auf den Calli des Halsschildes einige Querstriche rotbraun, der Halsschild, der schmale Basalrand, die Calli und die Apicalstrictur ausgenommen, das Schildchen, die Basalecken und die Spitze ausgenommen, Flecke auf dem Clavus und auf dem Corium sowie die Spitze des Cuneus braungelb, die Membran gelblich, aussen und hinten graubraun, die Unterseite gelb, die Ventralsegmente verdunkelt; das erste Fühlerglied gelb, ein sehr schmaler Ring an der Basis und die äusserste Spitze rot, das zweite an der Basis rotgelb, in der Mitte gelb und an der Spitze braun, die zwei letzten Glieder braun, das dritte an der Basis gelb; das Rostrum und die Beine gelb, ein Ring in der Mitte und die Spitze der Schienen rotgelb.

Die Stirn ist beim ♂ fast mehr wie um die Hälfte schmäler als der Durchmesser des Auges, das zweite Fühlerglied mehr wie dreimal länger als das erste. — Long. 4.5, lat. 2 mm.

N. Caledonien: Nouméa (comm. Schouteden).

Pseudocamptobrochis n. gen.

Gestreckt oval, glänzend, der ganze Körper lang und abstehend behaart, der Halsschild sehr grob, das Schildchen und der Cuneus weniger tief, das Corium und der Cuneus ziemlich erloschen punktiert. Der Kopf ist schwach geneigt, kaum länger als breit, ziemlich zugespitzt, die Stirn seicht gewölbt, am ganzen Hinterrande kräftig gerandet, der Clypeus ziemlich hervortretend, leicht gebogen, von der Stirn undeutlich getrennt, die Lorae unten erloschen abgesetzt, die Wangen wenig hoch, die Kehle ziemlich kurz. Die Augen sind mässig gross, stark vorspringend, glatt, den Vorderrand des Halsschildes fast berührend. Das Rostrum erstreckt sich fast bis zu den Mittelhüften, das erste Glied wenig verdickt, die Kopfbasis nicht überragend. Die Fühler sind gleich vor der Augenspitze eingelenkt, teils dicht und kurz anliegend behaart, teils mit einzelnen langen und abstehenden Borstenhaaren bewehrt, das erste Glied verdickt, kurz, nur wenig die Kopfspitze überragend, kaum kürzer als der Vorderrand des Halsschildes breit, das zweite zur Spitze allmählich verdickt und hier etwa ebenso dick als das erste, die zwei letzten dünn, beide etwas kürzer als das erste, das dritte länger als das letzte, zur Spitze leicht verdickt. Der Basalrand des Halsschildes ist an den Seiten breit gerundet, in der Mitte ausgeschweift, das Mesonotum nicht ganz bedeckend, kaum doppelt breiter als der Kopf mit den Augen, nicht voll doppelt breiter als die Länge der Scheibe, etwa dreimal breiter als der Vorderrand. Die Seiten seicht ausgeschweift, fein gerandet. Die Scheibe ziemlich flach gewölbt, nach vorne wenig geneigt, die Calli etwas convex, mässig gross, die Strictura apicalis

etwas schmäler als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen ist in der Mitte kräftig gewölbt, etwa ebenso lang wie breit, viel kürzer als der Halsschild. Die Hemielytren länger als der Hinterkörper, das Corium innen zur Spitze fast unpunktiert, der Cuneus etwas länger als breit. Die grosse Membranzelle ziemlich kurz und breit gerundet. Die Flügelzelle ohne Hamus. Die Propleuren kräftig punktiert. Die Rima orificiorum des Metastethiums wie bei *Camptobrochis* gebaut. Die Beine ziemlich kurz, lang abstehend behaart, die Schienen unbedornt, das erste Fussglied kaum länger als das zweite, die Arolien der Klauen kurz, kürzer als die halbe Länge und mit denselben verwachsen.

Erinnert sehr an *Camptobrochis* Fieb. und *Deraeocoris* Stål, unterscheidet sich aber durch den Bau der Arolien.

Typus: *Ps. pilosus* n. sp.

Pseudocamptobrochis pilosus n. sp.

Gelbgrau, zwei Querflecke jederseits hinten und einige in der Mitte abgebrochene feine Querstriche auf der Stirn, zwei Längsstriche auf dem Clypeus, die Punkte im Grunde, Zeichnungen auf den Calli des Halsschildes, zwei mehr oder weniger ausgedehnte Flecke auf dem Schildchen, mehr oder weniger ausgedehnte Zeichnungen auf dem Clavus und auf dem Corium, die Spitze des Cuneus und ein Fleck auf den Mesopleuren schwarz, die Membran gelb, der Hinterrand, einige Flecke in der Mitte und die Venen hinten braun, die Fühler gelbrot, das zweite Glied zur Spitze und die zwei letzten schwarz, die Basis des dritten gelb; das Rostrum schwarzbraun mit gelber Basis, die Beine gelb, ein Fleck auf den Hüften, die Schenkel mit reihenweise geordneten Punkten, und an der Basis und der Spitze, die Basis, die Mitte und die Spitze der Schienen und die Füsse braun.

Das zweite Fühlerglied etwa viermal länger als das erste. Die Stirn ist sowohl beim ♂ wie auch beim ♀ dop-

pelt breiter als der Durchmesser des Auges. — Long. 5, lat. 2.5 mm.

Tasmanien: Hobart, King Insel, Lea, mehrere Exemplare (comm. Schouteden).

Div. **Halticaria** Reut.

Coridromius Sign.

Sign., Bull. Soc. Ent. France, II, 1862, p. 5. — *Ocypus* Montr., Ann. Soc. Ent. France, I, 1861, p. 67.

Der Körper gedrungen, die Oberseite glänzend, ziemlich kurz, halb abstehend hell behaart. Der Kopf sehr gross, wenig schmäler als der Basalrand des Halsschildes, sehr stark abgeneigt, annähernd vertical, von oben gesehen fast mehr wie doppelt breiter als lang, von vorne gesehen etwas breiter als lang, von der Seite gesehen etwa doppelt länger als an der Basis hoch, der Hinterrand leicht erhoben, in der Mitte nach hinten breit convex, jederseits leicht ausgeschweift. Die Stirn ist sehr breit, in der Mitte mit einem breiten seichten Längseindruck, sehr fein punktuliert, wenig gewölbt, nach vorne breit gerundet geneigt, der Clypeus wenig hervortretend, sehr leicht gebogen, von der Stirn undeutlich abgesezt. Die Lorae unten nicht abgesetzt, die Wangen klein, die Kehle kurz, annähernd vertical. Die Augen sind an den Seiten der Stirn gelegen, mässig gross, hervorspringend, ihr Hinterrand nach hinten etwas ausgezogen, die Vorderecken des Halsschildes bedeckend, von der Seite gesehen der Hinterrand in der Mitte leicht ausgeschweift. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das verdickte erste Glied nur wenig den Vorderrand des Halsschildes überragend. Die Fühler sind kurz, kaum länger als der halbe Körper, unten an der Augenspitze eingelenkt, das erste Glied sehr wenig verdickt, die zwei letzten Glieder kurz, zusammen etwa ebenso lang wie

das zweite, das zur Spitze sehr leicht verdickt ist, das letzte etwas spindelförmig. Der Basalrand des Halsschildes ist nur wenig breiter als der Vorderrand, fast mehr wie doppelt breiter als die Länge der Scheibe in der Mitte, in der Mitte sehr leicht ausgeschweift. Die Seiten sind gerade. Die Scheibe fein punktiert, flach gewölbt, nach vorne geneigt, die Calli zusammenfliessend in der Mitte, sehr schmal. Innerhalb des Vorderrandes in der Mitte ein sehr breit kreisförmiges, stricturähnliches Feldchen. Das Schildchen ist etwa ebenso breit als lang, flach gewölbt, sehr fein gerunzelt. Die Hemielytren länger als der Hinterkörper, das Corium in der Mitte etwas quer abgeflacht, hinter dieser Stelle etwas convex aufgetrieben. Der Cuneus vom Corium am Aussenrande durch einen tieferen Einschnitt abgetrennt, nur wenig länger als breit, mit abgerundeter Spitze. Die kleinere Membranzelle ziemlich gross, die grössere nicht die Cuneusspitze überragend, sehr breit gerundet. Die Flügelzelle ohne Haken. Die Vorderhüften sind ziemlich von den mittleren getrennt, die Rima orificiorum des Metastethiums undeutlich, die Hüften weit vom Seitenrande des Körpers getrennt. Die Beine kurz und anliegend behaart, die Hinterschenkel kräftig verdickt, aussen convex, innen flach, vor der Spitze etwas eingeschnürt, die Schienen kurz bedornt, der Spitzenrand innen mit zwei kurzen, gröberen Dörnchen, das erste Glied der Hinterfüsse ebenso lang als das zweite, die Arolien der Klauen frei, convergierend.

Typus: *C. variegatus* (Montr.).

Coridromius variegatus (Montr.).

Das zu dieser Gattung gehörende, mir vorliegende Exemplar stelle ich als fraglich zu *variegatus,* da die Farbenzeichung nicht ganz mit der Montrouzier'schen Beschreibung, l. c., übereinstimmt.

Der Kopf ist gelb, am Hinterrande mit drei Querflecken und vor denselben mit sechs, in der Mitte abgebrochenen, etwas gebogenen, schmalen Querlinien sowie zwei

Flecke an den Seiten vor den Augen schwarz. Der Halsschild gelb, die Seiten, der Basalrand, ein Längsfleck in der Mitte und einige kleine Fleckchen auf den Calli schwarz. Das Schildchen gelb, an den Basalecken und jederseits in der Mitte dunkel. Die Hemielytren schwarzbraun, der Clavus in der Mitte und das Corium ebenfalls in der Mitte heller, der Cuneus braun mit dunklerem Aussenrande, die Membran glasartig durchsichtig, die Spitze und die Venen braun. Die Unterseite braun, die Pleuren gelb gezeichnet, die Fühler und das Rostrum gelb, ein sehr schmaler Ring in der Mitte des ersten und die letzten Glieder der erstgenannten verdunkelt. Die Beine gelb, die Hüften z. T., die vorderen Schenkel in der Mitte sowie die Schienen vor der Mitte braun, die Hinterschenkel gelb, zur Spitze rotbraun, aussen mit mehreren, schief gestellten, schwarzen Querlinien.

Die Stirn ist etwa dreimal breiter als der Durchmesser des Auges (♀?), das erste Fühlerglied die Kopfspitze nicht erreichend, ebenso lang wie der Clypeus, das zweite etwa dreimal länger, das dritte etwas länger, das letzte etwas kürzer als das erste. — Long. 2.5, lat. 1.5 mm.

N. S. Wales: Forest Reefs, Lea, 1 Stück, (♀?) (comm. Schouteden).



Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar
Bd. LIII Afd. A. N:o 4

Die Arten der Miriden-Gattung *Eurystylus* Stål, nebst Beschreibung einer neuen Gattung.

Von

B. POPPIUS.

Vor kurzer Zeit hat Prof. O. M. Reuter in Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, eine Bearbeitung der Gattung *Eurycyrtus* Reut. publiciert, wo auch die Unterschiede dieser und der nächst verwandten Gattungen *Calocoris* Fieb. und *Paracalocoris* Dist. hervorgehoben werden. Zu der Gattung *Eurycyrtus* wird auch ganz richtig *Olympiocapsus* Kirk. eingezogen. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Y. Sjöstedt in Stockholm bin ich in Gelegenheit gewesen, den Typus zu Stål's *Eurystylus* zu untersuchen. Aus dieser Untersuchung ging hervor, dass die letztgenannte Gattung mit *Eurycyrtus* Reut. identisch ist, woher der ältere, Stål'sche Name zu gebrauchen ist. Eine nähere Beschreibung der Gattung ist hier überflüssig, da die Reuter'sche Diagnose l. c. für alle bekannten Arten hinreichend ist. Im folgenden habe ich alle bekannten Arten aufgenommen. Die Zahl dieser ist bedeutend gewachsen, indem in den mir vorliegenden, unbearbeiteten Miriden-Sammlungen der Museen zu Berlin, Paris, Wien, Budapest und Genova zahlreiche neue Arten sich vorfanden. Dagegen habe ich nicht die unsicheren *Capsus sobrius* Walk. und *sericeus* Walk., beide von Distant zur Gattung *Paracalocoris* geführt, aufgenommen, da es sehr unsicher ist, ob sie zu *Eurystylus*

zu führen sind. Dasselbe ist auch der Fall mit *Calocoris stolitzkanus* Dist., von welcher Art Reuter die Vermutung ausspricht, dass sie der Gattung *Eurycyrtus* gehöre.

Eurystylus Stål.

Stål, Öfv. Svensk. Vet. Ak. Förh., 1870, N:o 7, p. 671. — *Eurycyrtus* Reut., Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., 21, p. 33. — Hem. Gymn. Eur., V, p. 126, 351. — Hüeb., Syn. Blindw., 1, p. 84. — Reut., Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, p. 52. — *Paracalocoris* Dist., Faun. Brit. Ind., Rhynch., II, p. 449. — *Olympiocapsus* Kirk., Trans. Ent. Soc. Lond., 1902, p. 255.

Übersicht der Arten. [1]

A. Die Membran mehr oder weniger ausgedehnt glasartig durchsichtig, der Apicalrand immer mehr oder weniger breit schwarzbraun—schwarz, die Venen schwarzbraun—schwarz.

1 (14) Die Grundfarbe der Beine dunkel, wenigstens an der Basis der Hinterschenkel und auf den Schienen gelbweisse oder weisse Ringe oder Flecke.

2 (13) Das zweite Fühlerglied zur Spitze deutlich verdickt.

3 (12) Der Körper oben dunkel mit mehr oder weniger ausgedehnten hellen Zeichnungen. Die Füsse einfarbig dunkel.

4 (7) Das Schildchen jederseits an der Basis und an der Spitze gelb.

5 (6) Das Schildchen ohne gelbe Längslinie in der Mitte. Die Fühler kräftiger. *E. coelestialium* (Kirk.).

6 (5) Das Schildchen mit einer gelben Längslinie in der Mitte. Die Fühler dünner. *E. burmanicus* (Dist.).

7 (4) Das Schildchen nur an der Spitze gelb, selten an der Basis, dann aber das erste Fühlerglied von den Seiten kräftig zusammengedrückt.

---

[1]) In dieser Übersicht fehlt der mir unbekannte *E. erebus* Dist., Faun. Brit. Ind., Rhynch. II, p. 450.

8 (9) Das erste Fühlerglied ist deutlich länger als die Länge des Kopfes von vorne gesehen. *E. costalis* Stål.

9 (8) Das erste Fühlerglied nicht länger als die Kopflänge von vorne gesehen.

10 (11) Grössere Art, etwa 5.5—6 mm. Das erste Fühlerglied von den Seiten sehr kräftig zusammengedrückt, ebenso lang wie die Kopflänge, das zweite kürzer als bei folgender Art und zur Spitze kräftiger verdickt. *E. schoutedeni* (Reut.).

11 (10) Kleinere, 4.5—5 mm messende Art. Das erste Fühlerglied ist von den Seiten mässig zusammengedrückt, etwas kürzer als die Kopflänge, das zweite länger und zur Spitze weniger verdickt. *E. minutus* n. sp.

12 (3) Besonders der Halsschild und das Schildchen braun, dicht mit gelben Fleckchen bestreut, die Flügeldecken scheckig, schuppig behaart; das letzte Fussglied an der Basis gelbweiss. *E. reuteri* n. sp.

13 (2) Das zweite Fühlerglied zur Spitze kaum verdickt, lang, das dritte Fühlerglied deutlich länger als das wenig verdickte erste. *E. brunneus* n. sp.

14 (1) Die Beine gelb—gelbbraun, ohne hellere Ringe.

15 (16) Der Körper oben sowohl beim ♀ wie auch beim ♂ schwarz. Der Halsschild kräftiger gerunzelt, ohne Discoidal-Flecke, etwas länger. Die Unterseite einfarbig gelb. Die Fühler dünner. *E. lineaticollis* n. sp.

16 (15) Der Körper beim ♀ oben hell, gelbbraun, beim ♂ dunkel, nie aber rein schwarz. Der Halsschild feiner gerunzelt, mit Discoidalmakeln, gedrungener. Auf der gelben Unterseite ein schwarzer Fleck jederseits auf dem Mesosternum. Die Fühler dicker. *E. capensis* (Dist.).

B. Die Membran anders gefärbt.

17 (22) Die Membran nicht oder nur z. T. glasartig durchsichtig.

18 (19) Die Membran gelbbraun, hinten mit undeutlichen, dunkeln Querbinden. Grössere Art. *E. annulipes* (Popp.).

19 (18) Die Membran zum grössten Teil braunschwarz, nur in der Mitte mit einer glasartigen Querbinde.

20 (21) Die Fühler kräftig, das erste Glied von den Seiten ziemlich stark zusammengedrückt, das zweite zur Spitze deutlich verdickt. *E. horvathi* n. sp.

21 (20) Die Fühler sind dünn, das erste Glied von den Seiten nur sehr wenig zusammengedrückt, das zweite zur Spitze kaum verdickt. *E. australis* n. sp.

22 (17) Die ganze Membran glasartig durchsichtig, ohne dunklere Zeichnungen.

23 (24) Der Cuneus einfarbig rot. *E. rufocunealis* n. sp.

24 (23) Der Cuneus anders gefärbt.

25 (26) Das erste Fühlerglied braunschwarz — schwarz. *E. bellevoyei* (Reut.).

26 (25) Das erste Fühlerglied gelb. *E. parvulus* (Reut.).

Eurystylus coelestialium (Kirk.).

Olympiocapsus coelestialium Kirk., Trans. Ent. Soc. Lond., 1902, p. 255, t. 6, fig. 17—18. — Reut., Öfv. Finsk. Vet.-Soc. Förh., 45, N:o 16, 1903, t. II, fig. 3. — Oshan., Verz. pal. Hem., Bd. I, Lief. III, p. 712,1909. — *Phytocoris bioculatus* Kousch. (n. nud.), Bull. Soc. Nat. Mosc., 1859, N:o 4, p. 502. — *Eurycyrtus bioculatus* Reut., Ann Mus. Zool. St. P:bourg, 1907, p. 496. — Reut., Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, p. 52. — Oshan., l. c., p. 710.

Reuter erwähnt in seiner Beschreibung dieser Art, l. c., dass sie sich von *E. burmanicus* (Dist.). u. a. durch das Vorhandensein eines hellen Fleckes vor der Spitze auf dem Corium unterscheidet. Bei dem mir vorliegenden ♂ der letztgenannten Art aber ist ein solcher Fleck vorhanden.

Amur-Land!; Japan: Tokio!, Matsumura (Mus. Hung.), J. Harmand (Mus. Paris); China: Pekin! (Mus Vindob.); Ngan Hoei, Ho-Chan!, Joannis (Mus. Helsingf.).

Eurystylus burmanicus (Dist.).

Paracalocoris burmanicus Dist., Faun. Brit. Ind., Rhynch. II, p. 450, fig. 290. — *Eurycyrtus* id. Reut., Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, p. 51.

♂. Wie das ♀ mit gelblichen Haaren bekleidet. Schwarz, der Kopf gelb, mit braun etwas überzogen, jederseits auf der Stirn am Innenrande des Auges ein schwarzer Fleck. Auf dem Halsschilde eine Mittellinie, die Seiten, der Basalrand sehr schmal und schmale Ringe um den zwei schwarzen Discoidalpunkten, auf dem Schildchen eine Längslinie in der Mitte, die Basalecken und die Spitze, auf dem Halbdecken der Seitenrand, die Spitze ausgenommen, und zwei Flecke aussen vor dem Apicalrande gelb, der Cuneus in der Mitte rot; die Unterseite gelb, das Mesosternum, ein Fleck auf dem Mesostethium und eine Punktreihe jederseits auf den Ventralsegmenten schwarz. Die Fühler und die Beine wie beim ♀ gefärbt.

Der Kopf ist nur wenig breiter als lang, die Stirn von der Seite gesehen mässig geneigt, der Clypeus kräftig, etwa von der Mitte der Kopfhöhe entspringend, der Kopf ist etwas länger als hoch, die Kehle kurz. Das erste Fühlerglied ist ziemlich verdickt, von den Seiten etwas zusammengedrückt, etwa ebenso lang wie der Apicalrand des Halsschildes, das zweite ist zur Spitze verdickt, etwa 2 $^{1}/_{2}$ mal länger als das erste, die zwei letzten zusammen etwas länger als das erste, das dritte etwa $^{1}/_{3}$ länger als das vierte. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied nicht die Kopfbasis überragend. Der Basalrand des Halsschildes ist mehr wie doppelt breiter als der Apicalrand, die Scheibe ist ziemlich gewölbt und nach vorne abgeneigt, fein quer gerunzelt, die Apicalstrictur ist kräftig, fast breiter als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen ist flach gewölbt, etwas länger als breit, fein gerunzelt. — Long. 6, lat. 2.5 mm.

♀. Zu der Distant'schen Beschreibung l. c. mag noch folgendes hinzugefügt werden. Der Kopf ist wie beim ♂ gebaut, das erste Fühlerglied ist etwas kräftiger, das zweite zur Spitze ein wenig mehr verdickt, das dritte etwas länger, fast doppelt länger als das letzte.

Diese Art ist sehr nahe verwandt mit *E. coelestialium* (Kirk.), unterscheidet sich aber durch dünnere Fühler und andere Farbe des Schildchens.

Burma, Carin Cheba!, 900—1100 m, V—XII, 1880, L. Fea, sec. spec. typ. (Mus. Genov.); Darjeeling!, V, Fruhstorfer (Mus. Vindob.).

Eurystylus costalis Stål.

Eurystylus costalis Stål, Öfv. Sv. Vet. Ak. Förh., 1870, N:o 7, p. 671. — Atkins., Cat. Caps., p. 168.

Zu der Stål'schen Beschreibung mag folgendes hinzugefügt werden. Das ♂ ist etwas heller, braunschwarz, die Seiten und der Basalrand des Halsschildes sehr schmal gelblich, die hellen Zeichnungen auf dem Corium deutlicher, der Cuneus in der Mitte schmal braungelb. Bei einem Exemplare hat der Halsschild in der Mitte einen rotbraunen Längsstrich und der grösste Teil des Schildchens ist von derselben Farbe (var. *vitticollis* n.). Ein anderes, ausgefärbtes Exemplar hat der ganze Körper einfarbig gelbbraun, nur der Kopf ist etwas dunkler und auf den Beinen sind die hellen Zeichnungen nur schwach angedeutet (var. *unicolor* n.). Die Membran ist am ganzen Apicalrande breit braunschwarz, beim ♀ ausserdem ein kurzer, gleichfarbiger Querstrich hinter der Cuneusspitze.

Die zwei letzten Fühlerglieder sind zusammen nur wenig länger als das erste, das letzte etwa $^1/_3$ kürzer als das dritte, beide an der Basis weissgelb. Beim ♂ ist das zweite Glied dünner und zur Spitze weniger verdickt als beim ♀ und ausserdem ist der Körper schmäler.

Philippinen! (Spec. typ. in Mus. Holm.), Jolo! (Mus. Helsingf.); Sumatra: Deli!, L. Martin (Mus. Stett.), Si-Rambé!, XII. 1890 — III. 1891, E. Modigliani (Mus. Genov. et Helsingf.); Ins. Mentawei; Si-Oban!, IV—VIII. 1894, Sipora!, Sereinu, V—VI. 1894, E. Modigliani (Mus. Genov.).

Eurystylus schoutedeni (Reut.).

Eurycyrtus schoutedeni Reut., Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, p. 54.

Das ♂ ist etwas kleiner als das ♀ und hat ganz dieselbe Farbenzeichnung wie das letztgenannte. Nur das zweite Fühlerglied ist etwas dicker und kürzer als beim ♀.

Boma! sec. spec. typ. (Mus. Bruxelles); Kamerun: Ngoko-Station!, 2. IV. 1902, Hösemann (Mus. Berol.); Sp. Guinea, Hinterland: Nkolenlengan!, 14. II, Tossmann (Mus. Berol.); Ins. S. Thomé: Agua Izé!, 400—700 m, XII. 1900, L. Fea (Mus. Genov.).

Eurystylus minutus n. sp.

Matt, dicht mit gelben Schuppenhaaren bekleidet, schwarz, zuweilen mit bräunlichem Schimmer, auf der Stirn jederseits am Innenrande der Augen ein Fleck, der Basalrand des Halsschildes sehr schmal, die äusserste Spitze des Schildchens, der Aussenrand des Coriums und der Cuneus aussen in der Mitte gelb, die Unterseite braunschwarz, ein Fleck jederseits auf dem Mesostethium tiefschwarz, die Randung der Propleuren, das Metastethium hinten und die Orificien des Metastethiums gelb, auf den Ventralsegmenten jederseits eine schwarze Punktreihe. Die Fühler sind schwarz—schwarzbraun, das zweite Glied in der Mitte etwas heller, die Basis desselben und des vierten Gliedes sehr schmal, die Basis des dritten etwas breiter weiss, das Rostrum gelb, zur Spitze dunkel, die Beine schwarz—schwarzbraun, die Mittel- und die Hinterschenkel an der Basis sehr breit und alle Schienen in der Mitte schmal gelb. Die Membran ist glasartig durchsichtig, der Hinterrand breit und ein schmaler, kurzer, gebogener Querstrich hinter der Cuneus-spitze sowie ein V-förmiger Strich vor dem Spitzensaume schwarzbraun.

Der Kopf ist von vorne gesehen mit den Augen deutlich breiter als lang, von der Seite gesehen etwa ebenso lang wie hoch, die Stirn stark geneigt; der Clypeus kräftig hervortretend, gleich unterhalb der Mitte der Kopfhöhe entspringend, die Kehle kurz. Die Stirn ist sowohl beim ♂ wie auch beim ♀ etwa ebenso breit wie der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist verdickt und von den Seiten zusammengedrückt etwa ebenso lang wie die Breite der Stirn mit einem Auge, das zweite zur Spitze verdickt, beim ♀ etwas mehr als beim ♂, etwa doppelt länger als das erste, das dritte kaum kürzer als das erste, das letzte

etwa 1/3 kürzer als das dritte. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied nur wenig die Kopfbasis überragend. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte und jederseits seicht ausgeschweift, etwa doppelt breiter als der Vorderrand. Die Scheibe ist mässig gewölbt, nach vorne kräftig geneigt, dicht, aber sehr fein der Quere nach gerunzelt. Die Apicalstrictur ist kräftig, kaum so breit als die Breite des ersten Fühlergliedes von der Seite gesehen. Das Schildchen ist wie der Halsschild sehr fein gerunzelt, sehr wenig convex, etwas länger als an der Basis breit. Long. 4,5—5 mm, lat. 2 mm.

Ist nahe mit *E. costalis* Stål verwandt, ist aber sofort durch die viel geringere Grösse zu unterscheiden. Ausserdem sind die Fühler anders gebaut.

Ceylon: Peradeniya!, 18. XII. 1901—26. I. 1902, Dr. Uzel (Mus. Vindob.).

Eurystylus reuteri n. sp.

Der Kopf, der Halsschild und das Schildchen braun, dicht gelb besprenkelt und ausserdem mit gelben Schuppenhaaren bekleidet, auf dem Kopfe jederseits am Innenrande der Augen ein tief schwarzer Fleck, auf dem Halsschilde ein kleines Querfleckchen jederseits hinter den Calli und ein Längsfleckchen jederseits vor der Basis und die äusserste Spitze des Schildchens braunschwarz, die Halbdecken braunschwarz, dicht und fleckenförmig mit gelben Schuppenhaaren bekleidet, etwas weitläufiger gelb besprenkelt, der Aussenrand des Coriums gelb, der Cuneus schwarzbraun, in der Mitte rotbraun, die Membran gelbgrau, der Spitzenrand breit und ein kurzer und schmaler Querstrich hinter der Cuneusspitze grauschwarz, ein V-förmiger Fleck vor der Spitze und die Venen schwarz. Die ziemlich dicht beschuppte Unterseite ist gelbbraun, mit mehr oder weniger zusammenfliessenden dunkleren Flecken, der Vorderrand des Mesostethiums und eine Fleckenreihe jederseits auf den Ventralsegmenten schwarz, die Orificien des Metastethiums gelb. Die zwei ersten Fühlerglieder dunkelbraun, das zweite zur Spitze verdunkelt, die Basis desselben schmal,

die Basis des dritten und vierten etwas breiter gelbweiss, die übrigen Teile der zwei letzten Glieder schwarz. Das Rostrum gelb, die Basis des ersten und die Spitze des zweiten Gliedes, sowie die letzten, deren Basis jedoch ausgenommen, schwarzbraun. Die Beine braun, die Schenkel gelb besprenkelt, die Besprenkelung auf den Hinterschenkeln hinter der Mitte einen undeutlichen Ring bildend, die Basis der letztgenannten, ein schmaler Ring etwa in der Mitte der Schienen und die Füsse in der Mitte gelbweiss.

Der Kopf ist von vorne gesehen etwas breiter als lang, von der Seite gesehen etwas länger als hoch, die Stirn nach vorne ziemlich abgeneigt, der Clypeus kräftig, etwa von der Mitte der Kopfhöhe entspringend, die Kehle kurz. Die Stirn ist beim ♂ kaum schmäler als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist kräftig, von den Seiten zusammengedrückt, etwas länger als die Breite der Stirn mit den Augen, das zweite Glied ist etwa doppelt länger als das erste, zur Spitze ziemlich verdickt, die zwei letzten Glieder zusammen ein wenig länger als das erste, das dritte etwas länger als das letzte. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied überschreitet etwas die Basis des Kopfes. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte und jederseits leicht ausgeschweift, etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand. Die Apicalstrictur ist kräftig, kaum schmäler als das erste Fühlerglied von der Seite gesehen. Die Scheibe ist ziemlich stark gewölbt und nach vorne abgeneigt, ungerunzelt. Das Schildchen ist etwas länger als an der Basis breit, glatt. — Long. 6, lat. 2.5 mm.

Von allen Arten der Gattung durch die dichte Behaarung und durch die eigenartige Farbenzeichnung verschieden.

Neu-Guinea, Erima, Astrolabe Bai!, Biró, 2 ♂♂ (Mus. Hung.).

Eurystylus brunneus n. sp.

Matt, oben dicht mit gelblichen Schuppenhaaren bekleidet. Braun, auf dem Kopfe ein Längsstrich oben auf der Stirn jederseits innerhalb der Augen und ein anderer un-

ten jederseits unterhalb derselben, auf dem Halsschilde der Basalrand schmal, die Spitze des Schildchens, der Aussenrand und ein schmaler Strich vorne ganz innerhalb des Aussenrandes auf dem Corium, der Aussenrand des Cuneus aber schmal, das Prosternum, der Hinterrand der Propleuren, der Hinterrand und die Seiten, die letztgenannten breit, des Mesosternums, das Mesostethium, das Metastethium und eine breite Längsbinde jederseits auf den Ventralsegmenten gelb, die gelben Seiten des Mesosternums mit mehreren Fleckchen, der Vorderrand des Mesostethiums, einige Längsstriche auf dem Metastethium und eine Punktreihe auf der gelbem Längsbinde des Hinterkörpers braun. Die Fühler braun, das zweite Glied an der Basis sehr schmal, das basale Drittel des dritten und die Basis des vierten schmal gelbweiss. Das erste und zweite Rostralglied gelb, das basale Drittel des letztgenannten und die letzten Glieder braun. Die Vorderbeine (die anderen mutiliert) braun, die Hüften und ein breiter Ring vor der Basis der Schenkel gelb. Die Membran gelbgrau, der Spitzenrand breit, ein Längsstrich vor der Spitze in der Mitte und ein kurzer, gebogener Querstrich gleich hinter der Cuneusspitze und die Venen schwarzbraun.

Der Kopf ist von vorne gesehen fast länger als mit den Augen breit, die letztgenannten verhältnismässig klein und wenig hervorspringend; von der Seite gesehen ist der Kopf etwa ebenso lang als hoch, der Clypeus ist kräftig abgesetzt, hervortretend, etwas unterhalb der Mitte der Kopfhöhe entspringend, die Kehle kurz. Die Stirn ist nach vorne mässig stark geneigt, beim ♀ etwa ebenso breit als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist dick, von den Seiten etwas zusammengedrückt, etwa ebenso lang wie der Kopf und die Apicalstrictur des Halsschildes zusammen, das zweite lang, zur Spitze nur schwach verdickt, mehr wie doppelt länger als das erste, die zwei letzten dünn, zusammen etwa $^1/_3$ kürzer als das zweite, das dritte nicht voll doppelt länger als das letzte. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied nur wenig den Spitzenrand des Halsschildes überragend. Der

Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte seicht ausgeschweift, nicht voll dreimal breiter als der Vorderrand. Die Apicalstrictur ist breit, etwas breiter als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes von der Seite gesehen. Die Scheibe ist sehr fein, fast erloschen gerunzelt, ziemlich gewölbt, zur Spitze mässig stark geneigt. Das Schildchen ist fast flach, länger als an der Basis breit. — Long. 6, lat. 3 mm.

Diese Art ist besonders durch die Farbe, durch den Bau des Kopfes und der Fühler leicht von andern zu unterscheiden.

Süd-Celebes: Patunuang!, Jan. 1896, H. Fruhstorfer, 1 ♀ (Mus. Vindob.).

Eurystylus lineaticollis n. sp.

Matt, oben mit kurzen und anliegenden gelben Schuppenhaaren bekleidet. Schwarz, der Kopf, auf dem Halsschilde eine breite, zur Basis kielförmig verengte Längsbinde und die Seiten schmal, zuweilen auch der Basalrand jederseits sehr schmal, das Schildchen, oder auch nur die Seiten desselben, der Aussenrand des Coriums bis über die Mitte schmal, die ganze Unterseite und die Beine gelb, die Schienen und die Füsse dunkler, das Rostrum gelb, zur Spitze verdunkelt, das erste Fühlerglied und die Mitte des Cuneus braun, das zweite Fühlerglied braunschwarz, in der Mitte heller, die zwei letzten schwarz, die Basis der drei letzten Glieder sehr schmal gelbweiss, die Membran glasartig durchsichtig, der Spitzenrand mässig breit verdunkelt, nach innen einen dunklen Ast, der fast die Spitzenecke der grossen Zelle erreicht, aussendend.

Der Kopf ist fast mehr wie um die Hälfte schmäler als der Basalrand des Halsschildes, von vorne gesehen deutlich breiter als lang, von der Seite gesehen höher als lang. Die Stirn ist beim ♀ ebenso breit als der Durchmesser des Auges, mässig stark geneigt, der Clypeus ist kräftig hervortretend, parallelseitig, fast bis zur Mitte der Kopfhöhe sich erstreckend. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied etwas den

Vorderrand des Halsschildes überragend. Das erste Fühlerglied ist mässig stark verdickt, wie die übrigen kurz und anliegend dunkel behaart, etwa ebenso lang wie die Breite der Stirn mit den Augen, das zweite ist dünner, zur Spitze nur wenig verdickt, etwas mehr wie doppelt länger als das erste, die zwei letzten Glieder kurz, zusammen etwas länger als die Hälfte des zweiten Gliedes, das letzte etwa $^1/_3$ kürzer als das dritte. Der Basalrand des Halsschildes ist ebenso breit wie die Scheibe lang, breit gerundet, in der Mitte und jederseits leicht ausgeschweift, mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand. Die Scheibe ist ziemlich gewölbt, nach vorne kräftig abgeneigt, dicht und mässig stark quer gerunzelt. Die Apicalstrictur ist kräftig abgesetzt, deutlich breiter als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen ist schwach gewölbt, dicht, aber feiner als der Halsschild gerunzelt, länger als an der Basis breit. Die Hemielytren sehr fein gerunzelt. — Long. 5.2, lat. 2.6 mm.

Diese Art steht dem *E. schoutedeni* Reut. am nächsten, unterscheidet sich aber u. a. von dieser wie auch von allen anderen aethiopischen Arten durch die viel dünneren Fühler.

Kamerun: Johann-Albrechtshöhe!, 21. IV. 1896, L. Conradt, 1 ♀, Ngoko-Station!, 2. IV. 1902, Hösemann, 1 ♀ (Mus. Berol.).

Eurystylus capensis (Dist.).

Paracalocoris capensis Dist., Ann. Mag. Nat. Hist. (7), XIII, 1904, p. 110. (♀) — *Paracalocoris Barretti* Dist. l. c. p. 199 (♂). — *Eurycyrtus capensis* Reut., Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, p. 53.

Cap Colonie: Cap der Guten Hoffnung, King William's Town (sec. Dist. l. c.), Cape Town!, E. Simon (Mus. Paris); Port Elisabeth!, Brauns (Mus. Vindob.); Caffraria! (Mus. Helsingf.).

Eurystylus annulipes (Popp.).

Eurycyrtus annulipes Popp. in Sjöstedt, Kilimandjaro — Meru Exp., 12, 1910, p. 33.

Kilimandjaro: Kibonoto! (Mus. Holm.).

Eurystylus annulipes Popp. var. **impunctatus** n.

♀. Oben matt, gelbbraun, dicht mit goldfarbenen Schuppenhaaren bekleidet; auf dem Halsschilde ein schmaler Längsstrich vorne in der Mitte und ein undeutlich begrenzter Fleck jederseits an den Vorderecken, sowie undeutliche Längsfleckchen an der Basis braun, auf dem Schildchen ein schmaler Längsstrich in der Mitte und ein breiterer jederseits braun. Die Halbdecken etwas dunkler als der Vorderkörper, der Aussenrand des Coriums schmal hell gefärbt, fast die ganze innere Hälfte des Clavus, die Sutura clavi, ein schmaler Längsstrich innerhalb des hellen Aussenrandes und ein schief gestellter, breiterer, nach hinten erweiteter Längsstrich hinten auf dem Corium schwarz, der Cuneus braunrot, die Membran rauchig gelbgrau mit schwarzen Venen und aussen etwa in der Mitte mit einer undeutlichen dunklen Querbinde. Die Unterseite ist gelblich, weitläufig, wie die Oberseite geschuppt, das Mesosternum jederseits mit einem Fleckchen und auf den Ventralsegmenten jederseits eine Punktreihe schwarz. Die Fühler sind gelbbraun, das zweite etwa von der Mitte an verdunkelt (die zwei letzten Glieder und die Beine mutiliert). Die Augen sind braungrau. — Long. 6.5, lat. 3 mm.

Westafrika: Boma! M. Tscheffen, 1 ♀ (coll. Schouteden).

Eurystylus horvathi n. sp.

Matt, anliegend gelb schuppig behaart, gelb, auf den Halbdecken mit schwachem rötlichen Anfluge, auf der Stirn in der Mitte des Augeninnenrandes jederseits ein schwarzes Fleckchen, auf dem Halsschilde jederseits vor der Basis ein kleines Fleckchen und die Gegend der Calli, auf dem Schildchen in der Mitte an der Basis ein kurzer Längs-

strich und die äusserste Spitze, auf dem Clavus und auf dem Corium mehr oder weniger zusammenfliessende punktförmige Fleckchen und auf dem letztgenannten die Sutura clavi, die Basis und die Spitze des Cuneus braun, die Mitte des letztgenannten und die Aussenecke des Coriums rot, die Membran braungelb mit einer zackigen helleren Querbinde in der Mitte. Die Unterseite gelbrot, das Mesostethium hinten jederseits mit einem Querstrich und die Ventralsegmentejederseits mit einer Punktreihe schwarz. Die zwei ersten Fühlerglieder (die anderen mutiliert) braun, das zweite zur Spitze verdunkelt, an der Basis schmal weiss. Das Rostrum gelb, das letzte Glied dunkel, in der Mitte hell. Die Beine braun, die Basis der Mittel- und der Hinterschenkel breit, sowie ein schmaler Ring gleich hinter der Mitte der letzteren und ein schmaler Ring etwa in der Mitte der Schienen, sowie die Spitze der Vorderschienen gelb, der braune Teil der Schenkel gelb besprenkelt.

Der Kopf ist von vorne gesehen etwas breiter als lang, von der Seite gesehen etwas länger als hoch, die Stirn mässig abgeneigt, beim ♂ kaum schmäler als der Durchmesser des Auges, der Clypeus ist stark hervortretend, etwa von der Mitte der Kopfhöhe entspringend, die Kehle kurz. Das erste Fühlerglied ist kräftig, von der Seite zusammengedrückt, etwa ebenso lang als der Vorderrand des Halsschildes breit, das zweite zur Spitze mässig verdickt, etwas mehr wie doppelt länger als das erste. Das Rostrum erstreckt sich fast bis zu den Mittelhüften, das erste Glied überschreitet kaum die Basis des Kopfes. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte und jederseits leicht ausgeschweift, etwa doppelt breiter als der Vorderrand. Die sehr erloschen gerunzelte Scheibe ist mässig gewölbt und nach vorne mässig abgeneigt. Die Apicalstrictur ist scharf abgesetzt, etwas schmäler als das erste Fühlerglied von der Seite gesehen. Das Schildchen ist sehr erloschen gerunzelt, kaum gewölbt, etwas länger als an der Basis breit. — Long. 5, lat. 2 mm.

Durch die Farbe von allen anderen Arten der Gattung verschieden.

Ceylon: Kandy!, 8. III. 1896, Madarász, 1 ♂ (Mus. Hung.).

Eurystylus australis n. sp.

Matt, kurz anliegend mit weissgelben Schuppenhaaren bekleidet. Gelb, beim ♀ weniger, beim ♂ mehr ausgedehnt mit braun überzogen, welche Farbe beim letztgenannten besonders auf der Basalhälfte des Halsschildes, auf dem Schildchen und auf den Hemielytren vorherrschend ist, zuweilen zwei Flecke auf der Stirn, ein Fleck jederseits auf dem Halsschilde hinter den Calli, ein Fleck in der Mitte an der Basis und zwei vor der Spitze auf dem Schildchen, die Aussenecke des Coriums, die Basis und die Spitze des Cuneus braunschwarz, der Basalrand des Halsschildes beim ♂ sehr schmal gelb. Die Membran rauchig graubraun, in der Mitte mit einer unregelmässigen hellen Querbinde, die Venen rot. Die Unterseite gelb, auf dem Mesostethium jederseits ein schwarzer Fleck. Die Beine gelb, die Aplicalhälfte der Schenkel und die Schienen braun gefleckt, die Flecke auf den Hinterschenkeln zusammenfliessend, die Spitze und ein Ring vor derselben heller, das letzte Fussglied braun. Die Fühler gelbbraun, das zweite zur Spitze und die zwei letzten braun, das zweite und das vierte an der Basis sehr schmal, das dritte auf derselben Stelle etwas breiter weissgelb.

Der Kopf ist breiter als lang, beim ♀ jedoch etwas gestreckter als beim ♂, von der Seite gesehen länger als hoch, die Stirn stark nach vorne geneigt, der Clypeus scharf abgesetzt, etwas unterhalb der Kopfhöhe entspringend, die Kehle kurz. Die Stirn ist beim ♂ ebenso, beim ♀ kaum breiter als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied mässig verdickt, von den Seiten nur wenig zusammengedrückt, kaum länger als die Breite der Stirn zwischen den Augen, das zweite zur Spitze kaum verdickt, etwa dreimal länger als das erste, die zwei letzten zusammen nicht voll um die Hälfte kürzer als das zweite, das dritte etwas länger als das vierte. Das gelbe Rostrum, dessen Spitze verdunkelt ist, erstreckt sich bis zu den Hintercoxen, das erste Glied überschreitet etwas die Basis des Kopfes. Der Basalrand des Halsschildes ist breit gerundet, in der Mitte sehr seicht ausgeschweift, etwa doppelt brei-

ter als der Vorderrand, die Scheibe glatt, ziemlich stark gewölbt, nach vorne kräftig abgeneigt, die Apicalstrictur ist scharf abgesetzt, etwa ebenso breit wie der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Das Schildchen ist ziemlich gewölbt, etwas länger als an der Basis breit. — Long. 3,5 —4 mm, lat. 1.7—2 mm.

Verwandt mit *E. horvathi* m., unterscheidet sich aber sofort durch die dünneren Fühler, deren zweites Glied zur Spitze kaum merkbar verdickt ist.

Australia: Sidney, Botany Bai!, 28. X. und 2. XI. 1900, Biró (Mus. Hung.).

Eurystylus rufocunealis n. sp.

Matt, oben kurz, anliegend gelb behaart; gelbbraun, der Kopf gelb, die Augen schwarz, der Halsschild vorne in der Mitte gelb, die Seiten und der Basalrand an den Seiten dunkel, jederseits auf der Scheibe hinten ein schwarzes Pünktchen, das Schildchen gelblich, die Mitte und die Spitze gelbbraun, die äussere Apicalecke des Coriums und der Cuneus rot, die Membran glasartig durchsichtig mit dunklen Venen, die Unterseite und die Beine gelb, die äusserste Spitze der Schienen und die Spitze der Hinterschenkel rot, die Spitze des letzten Fussgliedes braun, die zwei ersten Fühlerglieder (die zwei letzten mutiliert) rot, die Spitze des zweiten dunkler, die Basis derselben sehr schmal gelbweiss, das Rostrum gelb, zur Spitze verdunkelt.

Der Kopf ist von vorne gesehen deutlich breiter als lang, von der Seite gesehen höher als lang, der Clypeus kräftig ausgebildet, fast von der Mitte der Kopfhöhe entspringend, die Kehle kurz. Die Stirn ist mässig nach vorne abgeneigt, beim ♂ etwa ebenso breit wie der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist mässig verdickt, kaum länger als der Vorderrand des Halsschildes breit, das zweite etwas mehr wie doppelt länger als das erste, zur Spitze schwach verdickt und hier kaum dicker als das erste. Das Rostrum überragt etwas die Mittelhüften, das erste Glied fast die Basis der Vorderhüften erreichend. Der Basalrand des Halsschildes ist breit

gerundet, in der Mitte und jederseits seicht angeschweift, etwas mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand. Die Strictura apicalis ist scharf abgesetzt, etwas breiter als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Die Scheibe ist ziemlich stark convex, nach vorne mässig abgeneigt, dicht und fein der Quere nach gerunzelt. Das Schildchen ist mässig convex, deutlich länger als an der Basis breit, wie der Clavus sehr fein gerunzelt. — Long. 4.6, lat. 2 mm.

Am nächsten mit *E. parvulus* Reut. verwandt, unterscheidet sich aber leicht sowohl durch die Farbe, wie auch durch die helle Behaarung der Oberseite.

Togo: Bismarcksburg!, 21. II — 3. III. 1893, 1 ♂, L. Conradt (Mus. Berol.).

Eurystylus bellevoyei (Reut.).

Eurycyrtus Bellevoyei Reut., Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh. 21, p. 34. — Hem. Gymn. Eur., V, p. 127, t. I, fig. 22. — Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XLVII, N:o 10, 1905, p. 10. — Oshan., Verz. Pal. Hem., I, 3, 1909, p. 710. — Reut., Hor, Soc. Ent. Ross., XXXIX, 1910, p. 79. — Ann. Soc. Ent. Belg., LIV, 1910, p. 50. — *Paracalocoris lanarius* Dist., Faun. Brit. Ind., Rhynch. II, 1904, p. 450.

Mir liegen einige typische Exemplare dieser Art von Ceylon vor, die vollkommen mit der Distant'schen Beschreibung seines *Paracalocoris lanarius* übereinstimmen, welche Art auch von ihm aus Ceylon angegeben wird. Die Distant'sche Art ist also sicher als synonym zu *bellevoyei* Reut. zu stellen.

Algier; Ägypten; Eritrea: Agordat!, I. 1906, D. Figini (Mus. Genov.), Gumer! XII. 1907, Kristensen (Mus. Stett.), Massauah! Ghinda!; Mascate!, IX—X, Maindron (Mus. Paris); Togo: Kete Kratji!, 21. IV. 1898, Graf Zech (Mus. Berol.); Turcomania; Persien; Ceylon: Peradeniya, sec. Dist., Anuradhapura!, W. Horn (Mus. Helsingf.).

Eurystylus parvulus (Reut.).

Eurycyrtus parvulus Reut., Öfv. Finsk. Vet. Soc. Förh., XLV, N:o 6, 1903, p. 5.

Djibouti.

In diesem Zusammenhange mag die Beschreibung einer mit *Eurystylus* sehr nahe verwandten, neuen Gattung folgen:

Eurystylopsis n. gen.

Der Körper von derselben Form wie bei *Eurystylus*, mit kurz anliegenden, gelben Haaren ziemlich dicht bekleidet. Der Kopf ist klein, von vorne gesehen etwas breiter als lang, die Stirn von der Seite gesehen nach vorne mässig abgeneigt, der Clypeus wie bei *Eurystylus* scharf abgesetzt und hervortretend, etwa von der Mitte der Kopfhöhe entspringend, einen etwas gerundeten Gesichtswinkel bildend. Die Genae sind klein, die Lorae schwach aufgetrieben. iDe Kehle ist ganz kurz. Der Kopf ist länger als hoch. Die Fühler sind dicht, kurz, nur wenig abstehend schwarz behaart. Das erste Fühlerglied ist mässig verdickt, von den Seiten nicht zusammengedrückt, bedeutend die Clypeusspitze überragend, das zweite zur Spitze ziemlich kräftig verdickt, bedeutend länger als das erste, die zwei letzten dünn, das dritte ebenso lang als das erste, das letzte kurz, beide an der Basis gelb gefärbt. Das Rostrum erstreckt sich bis zu den Mittelhüften, das erste Glied ist mässig verdickt, etwas die Basis des Kopfes überragend. Der Halsschild ist am Basalrande breiter als in der Mitte lang, der Basalrand sehr breit gerundet. Die Scheibe ziemlich gewölbt, nach vorne mehr oder weniger stark abgeneigt, glatt, jederseits innerhalb der Hinterecken seicht und breit der Länge nach eingedrückt, in der Mitte mit einer Längslinie, die vor den Calli in einen Fleck endigt, sowie ein Fleck jederseits an den Vorderecken tiefschwarz. Die Calli sind schwach begrenzt. Die Apicalstrictur ist kräftig, aber ziemlich schmal. Das Schildchen ist etwas länger als breit, kräftig aufgetrieben, hinten höher, am Hinterrande von der Seite gesehen steil abfallend. Die Hemielytren sind länger als der Hinterkörper, der Cuneus länger als an der Basis breit, die grosse Membranzelle gestreckter, mehr zugespitzt als bei *Eurystylus*. Die Orificien des Metastethiums sind ziemlich kurz, quer, hoch gerandet. Die Beine sind ziem-

lich lang, die Hinterschenkel sind wenig verdickt, etwas die Spitze des Hinterkörpers überragend, die Hinterschienen sind lang und dünn, einzeln beborstet, das erste Glied der Hinterfüsse ist kürzer als das zweite.

Unterscheidet sich von der Gattung *Eurystylus* durch den kleineren Kopf, durch die längere Behaarung der Fühler, durch die Zeichnung des Halsschildes, durch anderen Bau des Schildchens, durch die mehr zugespitzte grosse Membranzelle, sowie durch die längeren Beine.

Typus: *E. longipennis* n. sp.

Eurystylopsis longipennis n. sp.

Braun, matt, der Clypeus, die Genae, Lorae, und die Unterseite des Kopfes, zuweilen auch zwei Flecke auf der Stirn zwischen den Augen, der Halsschild mehr oder weniger, besonders an der Basis und an den Seiten, das Schildchen, der Clavus, der Aussenrand und die Spitze ausgenommen, der Innenrand des Coriums, der Aussenrand schmal, mehr oder weniger zusammenhängend, ein Querfleck in der Mitte, undeutlich begrenzte kleinere Flecke hinten auf dem Corium, und der Cuneus braunschwarz, die dunkleren Stellen matter, der Cuneus in der Mitte gelb, die Membran braunschwarz, die Spitze der grossen Zelle und eine zackige zuweilen in Flecken aufgelöste Querbinde in der Mitte, die den Innenrand nicht erreicht, gelb, die Venen braunschwarz. zur Spitze rot. Der Hinterkörper oben und das letzte oder die zwei letzten Ventralsegmente rot, sonst ist die Unterseite braun—braunschwarz, der Hinterrand der Propleuren, die Mesopleuren hinten und die Ränder der Orificien gelb. Das erste Fühlerglied ist braun, die äusserste Spitze schwarz, das zweite braunrot, die verdickte Spitze und die zwei letzten Glieder schwarz, das basale Drittel des dritten und ein ganz schmaler Ring an der Basis des letzten gelbweiss. Das Rostrum gelblich, das erste Glied, das dritte in der Mitte und die Spitze des letzten schwarz. Die Beine braun, die vorderen Schienen in der Mitte breit, etwa das apicale Drittel der Hinterschienen und die Füsse gelb, das letzte Glied braun.

Die Augen sind gross, besonders beim ♂ stark vorspringend. Die Stirn ist beim ♀ ebenso breit, beim ♂ schmäler als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist kaum länger als die Breite der Stirn mit den Augen, das zweite zur Spitze mässig verdickt, etwa dreimal länger als das erste, das vierte etwa um die Hälfte kürzer als das dritte. Der Basalrand des Halsschildes ist mehr wie doppelt breiter als der Vorderrand, die Apicalstrictur ist etwas schmäler als der Durchmesser des ersten Fühlergliedes. Die Hemielytren sind bedeutend länger als der Hinterkörper. — Long. 8, lat. 3—3,5 mm.

Sikkim, III — IV, Darjeeling, VI, H. Fruhstorfer, ♂ u. ♀ (Mus. Vindob.).

Eurystylopsis harmandi n. sp.

Der vorigen Art sehr ähnlich und in der Farbenzeichnung mit derselben ganz übereinstimmend. Der Körper ist kürzer und gedrungener, die Halbdecken kürzer. Die Augen sind weniger hervorspringend, die Stirn beim ♂ ebenso, beim ♀ etwas breiter als der Durchmesser des Auges. Das erste Fühlerglied ist kürzer, das zweite zur Spitze kräftiger verdickt, kürzer, etwa 2 $^1/_2$ mal länger als das erste; der Halsschild ist etwas gewölbter und zur Spitze stärker geneigt. Das Schildchen ist etwas kräftiger aufgetrieben. — Long. 5.5—6, lat. 2.4—3 mm.

Darjeeling, Harmand, ♂ und ♀, 4 Ex. (Mus. Paris et Helsingf.).

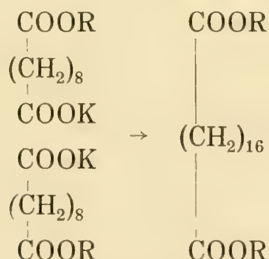
Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
LIII. 1910—1911. Afd. A N:o 5.

Die obere Grenze der Brown-Walker'schen Elektrosynthese und ein verbessertes Verfahren zur Ausführung derselben

von

GUSTAF MATTSSON.

Die Elektrosynthesen zweibasischer Säuren (oder eigentlich der neutralen Ester derselben) von BROWN und WALKER [1]) strecken sich bisher nicht über die Bildung des Dekahexandicarbonsäurediaethylesters hinaus:



Die Erfinder der betreffenden synthetischen Methode erwähnen nirgends, warum die schön aufgebaute Reihe der immer „verdoppelten" Oxalsäure-Homologen gerade bei der erwähnten Substanz stehen geblieben ist. Man hat aber den Eindruck, dass die Fortsetzung der Serie aufwärts eine

---

[1]) Annalen der Chemie, *261,* 114 (1890).

Frage der sich stark vermindernden Ausbeuten sei, weil bei der von den Erfindern angewandten Versuchsanordnung die anfangs recht gute Ausbeute (c. 60 % bei der Elektrolyse des Estersalzes der Bernsteinsäure) mit steigendem Molekulargewicht sehr rasch fällt (c. 20 % pro Sebacinsäure-Estersalz).

Aus verschiedenen Gründen interessierte es mich Klarheit zu gewinnen in der Frage, wie sich das genannte Verfahren bei einer Fortsetzung über die bisher erlangte Grenze gestalten wird und somit eine Vervollständigung der Brown-Walker'schen Arbeit zu erstreben. Es schien von vornherein nicht ausgeschlossen dass beim Überspringen von der Kette mit 16 CH_2-Gruppen zu derjenigen mit 32 solchen wirklich ein prinzipieller, in der chemischen Natur der hochmolekularen Substanzen liegender Unterschied hervortreten würde, und nicht nur eine von physikalischen Faktoren (Löslichkeit, Leitfähigkeit) abhängige Verschiebung der Resultate. Sind doch die zweibasischen Säuren einfach substituierte Fettsäuren. Was sich bei dem Palmitinsäure-Stearinsäure-Stadium der Reihe bei der normalen Fettsäuren schon zeigt im chemischen Verhalten der betreffenden Säuren (Affinitätsverminderung, Hydrolyse der Salze[1])) könnte sich also auch bei der Elektrolyse des Estersalzes der Dekahexandicarbonsäure fühlbar machen.

Um in einer von der Ausbeute-Frage möglichst unabhängigen Weise arbeiten zu können, stellte ich mir erst die Aufgabe die Methode von Brown und Walker quantitativ auszubessern. Ohne Zweifel haben diese Forscher seine beim Aufwärtsschreiten schlechten Ausbeuten dem Umstande zu verdanken, dass das während der Elektrolyse

---

[1]) Ich habe z. B. Versuche angestellt, um durch Elektrolyse der Alkalisalze der Palmitinsäure und der Stearinsäure die normalen Kohlenwasserstoffe $C_{30}H_{62}$ und $C_{34}H_{70}$ in absolut reinem Zustande zu bekommen. Dies ist mir bei der Palmitinsäure (allerdings mit grosser Schwierigkeit) gelungen, bei der Stearinsäure, wegen der starken Hydrolysierbarkeit der entsprechenden Salze, aber nicht. Bei der Kettenlänge C_{16} à C_{18} ist also in der Fettsäure-Reihe gewissermassen ein Wendepunkt vorhanden.

sich beim Kathode bildende Alkali eine fortschreitende Verseifung des als Material eingeführten Halbesters bewirkt, um so sicherer und vollständiger, als das praktisch notwendige Flüssighalten des Endproduktes eine immer höhere Temperatur des Bades erfordert. Aus Esterkaliumsalz ist also Dikaliumsalz nach und nach entstanden, ehe sich die Brown-Walker'sche Kuppelung vollzogen hat, und das Dikaliumsalz, insofern es sich überhaupt in Lösung hält, liefert bei der Elektrolyse keine fassbaren Gebilde, wenigstens nicht das gewünschte Diaethylester, auch nicht die entsprechende Säure. Es wäre also angebracht den Kathodenraum durch ein Diaphragma zu isolieren, wie es z. B. HOFER und v. MILLER für andere Zwecke gemacht haben [1]. Der mir zu Verfügung stehende Hofer'sche Elektrolyseur aus der Sammlung der Technischen Hochschule, welcher bei der oben erwähnten Elektrolyse der palmitinsauren Salze gute Dienste leistete, liess sich doch wegen der schwierigen Kommunikation nach aussen hier nicht verwenden. Ich stellte daher einen ganz einfachen Apparat zusammen, dessen Beschaffenheit und Wirkungsweise aus nebenstehender Zeichnung ohne weiteres ersichtlich ist. Derselbe funktionierte bei allen Versuchen ganz zufriedenstellend und gestattete ein bequemes Arbeiten sowie ununterbrochenes Beobachten.

Die Anode ist aus dickem Platindraht, unten einmal um das Diaphragma gewunden. Die Kathode ist ein Platinblech, dessen Fläche im Verhältniss zur Anoden-Fläche sehr gross ist, was bei einigen Versuchen noch durch einen mit dem Blech verbundenen Spiraldraht verstärkt wurde: Das Diaphragma ruht auf einem kleinen Glasgestell in einem Becherglase, welches auf einem Pappenring im Kühlwasser schwebt. Die Figur gibt so ziemlich die richtigen Dimensionen an.

---

[1]) Berichte d. D. chem. Gesellschaft XXVII, 461 (1894); XXVIII 2427 (1895).

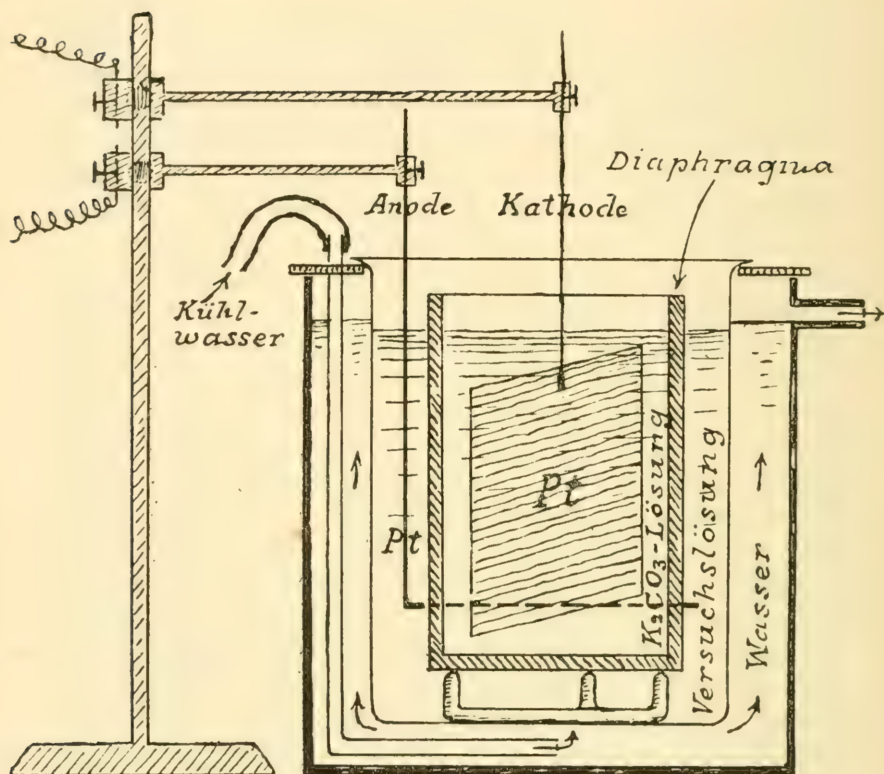


Fig. 1.

Ich gehe zur Beschreibung der Versuche über, die Ergebnisse stelle ich am Ende zusammen.

Ich ging von Sebazinsäurediaethylester aus (Kahlbaum'sches Präparat, sehr rein) und stellte mir das Esterkaliumsalz der Säure dar. Die Halbverseifung des Diaethylesters wurde nach den Angaben von Brown und Walker ausgeführt. Einiger praktischen Beobachtungen halber teile ich das Verfahren mit. Das theoretische Quantum Kaliumhydroxid (10.9 g) wurde in 200 g 96-prozentigem Alkohol gelöst. In derselben Menge Alkohol löste ich 50 g Sebacinsäurediaethylester. Die Lösungen wurden kalt vermischt und nachher auf kochendem Wasserbade mit Rückflusskühler 4 Stunden erhitzt. Schon nach der ersten Stunde trübte

sich die Flüssigkeit, am Ende hatte sich ein mikrokrystallinischer weisser Bodensatz gebildet. Unter Einleitung trocknen Kohlendioxyds wurde das Lösungsmittel abdestilliert. Zum heissen fettartigen Rückstand wurde Wasser bis zu vollständiger Lösung gefügt und die Lösung noch lauwarm mit Aether ausgeschüttelt. Lässt man hier die Wasserlösung ganz erkalten, bekommt man eine steife, nur schwer zu extrahierende Masse. Die aetherische Lösung gab unverändertes Diaethylester zurück, die wässerige Schicht aber als Abdampfungsrückstand das gesuchte Esterkaliumsalz. Bei diesem Verfahren wurde von jenem 30 bis 35 % zurückgewonnen. Die Ausbeute des Salzes betrug etwa 95 % der theoretischen Menge des tatsächlich verbrauchten Diaethylesters.

Die Beschaffenheit des Estersalzes wurde durch Titrieren mit halbnormaler Schwefelsäure festgestellt. Es erfordern nämlich

0.5 g Aethylkaliumsebazinat 3.73 cm^3 $\frac{n}{2}$-H_2SO_4

0.5 g Dikaliumsebazinat 7.19 cm^3 $\frac{n}{2}$-H_2SO_4.

Als Mittel von achtzehn Halbverseifungen wurde pro 0.5 g des Endproduktes 4.15 cm^3 halbnormale Schwefelsäure als Äquivalent gefunden. Das Resultat der Verseifung stellt also ein ziemlich reines, für die Elektrolyse ohne weiteres verwendbares Aethylkaliumsalz dar, mit ganz wenig Dikaliumsalz vermischt. Ein Umkrystallisieren zum Zweck der vollständigen Reinigung bringt, ohne jedoch vollständig zu gelingen, ziemliche Verluste durch Umlagerung in Diaethylester und Dikaliumsalz. Andrerseits ist eine stärkere anfängliche Alkalidosierung (um sofort mehr Verseifungsprodukt zu bekommen) nicht empfehlenswert, weil dann ein viel weniger reines Aethylkaliumsalz resultiert.

Die nun unternommene Elektrolyse wurde, in mehreren Hinsichten von Brown und Walker abweichend, folgenderweise ausgeführt. 104 g Aethylkaliumsebacinat wurden in 37.5 g heissem Wasser gelöst, die Lösung in den

Anodenraum des Elektrolyse-Apparats sofort eingelassen (im Kathodenraum Pottasche-Lösung) und die Elektrolyse ohne Verzug bei 30 Volt Klemmenspannung angefangen. Die Stromstärke, erst 6 Amp., war nach 10 Minuten 4 Amp., davon abhängig dass an der Anode sich sofort etwas Dekahexandikarbonsäurediaethylester (in der Folge kurz 16-Ester bezeichnet) bildete, nach dessen mechanischer Entfernung — im betreffenden Apparate durch zeitweises Heben der Anode immer leicht durchführbar — das Ampèremeter jedesmal wieder sofort 6 Amp. zeigte. An der Anode war die Temperatur anfangs rund 47° (im Kathodenraum 53°), nach einer halben Stunde musste man dieselbe bis 60° steigen lassen, weil sonst der innere Widerstand zu sehr wuchs. Die ursprünglich hellgelbe, klare Anodenlösung trübte sich allmählich unter gewissem Dunklerwerden. An der Oberfläche sammelte sich mehr und mehr des weissen öligen 16-Esters. Bei einer Schlusstemperatur von 80° und einer bis zu 0.5 Amp. sinkenden Stromstärke wurde nach 4 St. der Stromkreis geöffnet. Nach Abkühlen auf 10° wurde die Anodenflüssigkeit (noch ein wenig unangegriffenes Esterkaliumsalz enthaltend) auf dem Saugfilter vom erstarrenden 16-Ester sofort abgeschieden und dieses mit Wasser nachgewaschen. Die fettartige Masse wurde nachher in Aether gelöst, die Lösung mit Chlorkalzium getrocknet, das Aether abdestilliert. Es restierte ein fast reines 16-Ester (Schm. p. 42.6°). Die Ausbeute war *91.2* % der theoretischen.

Brown und Walker legen ein grosses Gewicht darauf, dass die Temperatur des Bades möglichst niedrig gehalten wird[1]), was ja bei ihrer Anordnung mit der bedeutenden Möglichkeit der „inneren Verseifung“ ganz begreiflich ist. Um die wahrscheinliche Unschädlichkeit einer Temperaturerhöhung bei der Diaphragma-Anordnung zu konstatieren, wurde nun eine Elektrolyse des Aethylkaliumsebazinats bei auffallend hoher Temperatur, von Anfang an 91° an der Anode und 87° im Kathodenraum, vorgenommen. Bei sonst ähnlichem Verlauf wurde eine Ausbeute von *89.6* % der

[1]) Annalen der Chemie, *274*, 63 (1894).

theoretischen erzielt. Daraus folgt dass bei der hier eingeführten Anordnung ein besonderes Achten auf die Temperatur des Bades praktisch ohne Belang ist, was bei etwas höher schmelzenden Endprodukten wertvoll ist, insofern dass die Abscheidung derselben nicht einen festen, stromhindernden Überzug auf der Anode herbeiführen muss, sondern in eine ruhig sich bildende Ölschicht an der Oberfläche resultiert, wobei die Anode sich blank hält.

Nachdem somit genügende Mengen des letzten von den synthetischen Produkten der Brown und Walker dargestellt worden, ergab sich als nächstes Ziel *die Halbverseifung des 16-Esters und die Elektrolyse des neuen Esterkaliumsalzes.* Es zeigte sich dass die schon bei dem 8-Ester (diejenige der Sebacinsäure) nicht ganz glatt verlaufende Halbverseifung nun ein besonderes Studium voraussetzte. Ich teile hier nach einander fünf verschiedene Versuche mit.

1:o. 20 g 16-Ester wurden in 150 g und 1 g Kaliumhydroxid (theoretische Forderung 3.04 g) in 50 g 96 $^0/_0$-igem Alkohol gelöst und die Lösungen, beide 28° warm, vermischt. Innerhalb zwei Minuten trübte sich die Flüssigkeit durch eine amorfe Abscheidung, die in zwei Stunden bei häufigem Schütteln mikrokristallinisch wurde. Die sparsamme Alkali-Verwendung und die kalte Behandlung gründeten sich auf einige Erfahrungen Walkers bei der Darstellung gewisser Estersäuren[1]. Nun wurde unter Einleiten trockenen Kohlendioxyds der Alkohol auf dem Wasserbade verjagt und dem warmen Reste c. 20 cm^3 Wasser gefügt, wobei eine gelbliche Lösung mit in derselben schwebenden Öltropfen entstand. Diese (wahrscheinlich unverändertes 16-Ester) wurden mit Ligroin ausgeschüttelt. Nach schnellem Eindampfen der Wasserlösung wurde der Rest in Exsickator getrocknet. Nun erfordern zur völligen Befreiung der organischen Säure

---

[1]) Journal of the chem. Society, LXI, 709 (1892).

0.25 g des 16-Esterkaliumsalzes 6.54 cm^3 $\frac{n}{10}$-H_2SO_4

0.25 g des 16-Dikaliumsalzes 12.8 cm^3 $\frac{n}{10}$-H_3SO_4.

Die Titrierung ergab pro 0.25 g der Trockensubstanz 12.2 cm^3 $\frac{n}{10}$-H_2SO_4. Das Resultat war offenbar fast ausschliesslich Dikaliumsalz, die Verseifung blieb also, trotz des vorsichtigen Verfahrens, nicht bei der Mitte stehen, sondern verlief bis zu Ende.

2:o. Das obige wurde widerholt, aber auch die Erwärmung wegen des Verjagens des Alkohols vermieden, indem der erwähnte Niederschlag einfach abfiltriert, mit Ligroin gewaschen und in Exsickator getrocknet wurde. Die Titrierung ergab dennoch wiederum eine ziemlich vollständige Verseifung zu Dikaliumsalz.

3:o. 45 g 16-Ester und 4 g Kaliumhydroxid (theoretische Menge für Halbverseifung 6.84 g) wurden in je 200 g 96 $^0/_0$-igem Alkohol gelöst, die Lösungen vermischt, das ganze 2 Stunden auf dem Wasserbade (mit Rückfluss) gekocht, in die etwas trübe Lösung Kohlendioxyd eingeleitet, während dessen der Alkohol abdestilliert und schliesslich zum gelblichen Rückstande 20 cm^3 Wasser gefügt. Es entstand eine homogene gelbe Lösung, welche nach Ausschütteln mit Aether (bis Farblosigkeit der letzten Aetherportion) und Abdunstung des Wassers einen schwach gelblichen Rückstand ergab, welcher pro 0.25 g mit 8.1 cm^3 $\frac{n}{10}$-H_2SO_4 zersetzt wurde. Hier lag also (vergl. die Zahlen unter 1:o) überwiegend das gewünschte Esterkaliumsalz vor. Das mit dem Aether abgeschiedene 16-Ester war ebenfalls etwas gelblich und enthielt auch ein wenig Estersäure, vielleicht aus dem Esterkaliumsalz durch Hydrolyse entstanden. Das nun nicht weiter gereinigte (und wegen seiner Instabilität auch kaum zu reinigende) Estersalz wurde direkt der Elektrolyse unterworfen. 11 g desselben, in 24 g Wasser gelöst,

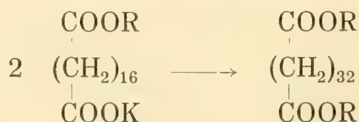
kamen in den Anodenraum. Klemmenspannung 30 Volt, Stromstärke 4.5 Amp. Temperatur 93° (Anode) und 85° (Kathode). Ein starkes Schäumen liess bei einiger äusseren Kühlung (bis 82° an der Anode) nach. Die Stromstärke schwankte ziemlich (nach 15 Min. 6.5 Amp., nach 30 Min. 3.5 Amp.), wahrscheinlich wegen Widerstandsveränderungen auf Grund fortschreitender Elektrolyse. Die Lösung trübte sich, an der Anode erschienen schlierige weisse Massen, welche gleich nach dem Verlassen des Platindrahts erstarrten und sich oben ansammelten. Nach einer Stunde war die Anodenflüssigkeit durch und durch halbfest geworden, weshalb die Stromstärke auf 0.3 Amp. herabfiel und die Elektrolyse als beendigt anzusehen war. Das auf 10° abgekühlte Produkt wurde, nach Waschen mit Wasser, auf Fajansplatte gepresst und nachher in Aether aufgenommen. Etwas blieb ungelöst und erwies sich als 16-Dikaliumsalz. Das Lösliche wog nach dem Verjagen des Aethers 5 g und war hauptsächlich 16-Ester mit einer (durch Krystallisieren aus Alkohol abgesonderten) kleinen Einmischung freier 16-Säure. Der theoretisch mögliche neue 32-Ester war nicht entstanden.

4:o. Um die durch längeres Behandeln des hochmolekularen Esterkaliumsalzes zu befürchtende Umlagerung in Diester und Dikaliumsalz tunlichst zu vermeiden wurde nun folgendermassen verfahren. Die addierten Alkohollösungen des 16-Esters und des Kaliumhydroxyds (50 g resp. 4.5 g [theor. 7.6 g], je in 200 g Alkohol) wurden 4 Stunden kalt gelassen und dann wie oben behandelt, bis auf die letzte Eindunstung der Wasserlösung. Diese wurde als solche sofort elektrolysiert, da dieselbe in Betracht der Zusammensetzung des Trockenproduktes nach der Verseifung im Falle 3:o sicherlich als ebenso Esterkaliumsalzhaltig, wahrscheinlich aber als noch etwas vorteilhafter zusammengesetzt angesehen werden musste. Klemmenspannung jetzt 60 Volt, Stromstärke 4—7 Amp., Anodentemperatur 65°. Nach 45 Minuten wurde bei 0.5 Amp. Stromstärke beendet. Das Produkt bestand aus fettigen Kugeln mit einem dazwischen liegenden feinen Mehle. Nach Behandlung wie oben lösten

sich jene in Aether und erwiesen sich als regeneriertes 16-Ester, während das Mehlige in Aether unlöslich war und nach Umkrystallisieren aus Alkohol die charakteristischen seideglänzenden flachen Nadeln der freien 16-Säure und den Schmelzpunkt 117.1 zeigte. Die erhaltenen Mengen des 16-Esters und der 16-Säure waren ziemlich gleich. Etwas anderes entstand nicht.

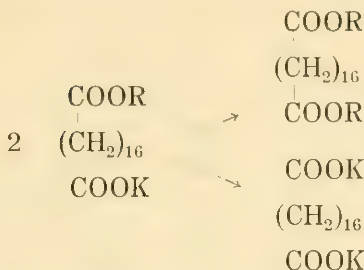
5:o. Die Halbverseifung wurde in noch verdünnterer Lösung (50 g 16-Ester in 300 g Alkohol und 4 g [theor. 7.6 g] Kaliumhydroxyd in 400 g Alkohol) ausgeführt, bei 2.5 St. Kochzeit. Bei der Elektrolyse jetzt 120 Volt Klemmenspannung, welche auch ein dickeres Diaphragma nötig machte. Stromstärke 6—7 Amp., Anodentemperatur 60—98°. Zeit der Elektrolyse 35 Min. Das reichlich abgeschiedene Produkt schmolz bei 116°, nach einer Umkrystallisierung aus Alkohol bei 117.2°, und erwies sich als fast reine 16-Säure.

Die hier beschriebenen Versuche zeigen also ziemlich deutlich nicht nur dass die Darstellung der erforderlichen Esterkaliumsalze von den 16-Ester aufwärts eine heikle Aufgabe bietet, sondern auch dass die Elektrolyse eines an Esterkaliumsalz reichen Gemisches hier nicht einmal Spuren eines im Brown-Walker'schen Sinne entstandenen Produktes aufweist, obwohl die äusseren Arbeitsbedingungen, besonders was die Spannung betrifft, verschiedentlich verändert worden sind. Die mit demselben Apparate gewonnenen, sehr guten Ausbeuten des 16-Esters scheinen mir darzulegen dass das Nichterscheinen des 32-Esters nicht eine Frage einer ungünstigen Ausbeute sein kann, sondern dass hier der ganze Chemismus der Reaktionsmasse eine elektrochemische Kuppelung verhindert hat. Anstatt der normalen Elektrosynthese nach Brown und Walker:



$$2\ \begin{array}{c} COOR \\ | \\ (CH_2)_{16} \\ | \\ COOK \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} COOR \\ | \\ (CH_2)_{32} \\ | \\ COOR \end{array}$$

hat hier sofort nach dem Stromschlusse nebst daraus folgender schneller Erwärmung der Esterkaliumsalzlösung eine chemische Umsetzung stattgefunden:



wodurch das nötige Material der Elektrolyse entzogen worden ist. Eine solche „Stabilisierung" des unsymmetrischen Esterkaliumsalzmoleküls durch Umlagerung in zwei symmetrische Moleküle kennt man schon aus dem Studium der unsymmetrisch gebauten Estersäuren [1]), und zwar in der Richtung, dass die Instabilität des unsymmetrischen Gebildes mit steigendem Molekulargewicht zunimmt. Das somit hier entstehende Dikaliumsalz wird dann hydrolytisch gespalten, so dass freie Säure das Endprodukt darstellt, entweder an Seite des Diesters (Versuche 3:o und 4:o) oder allein (Versuch 5:o), wobei die äkvivalente Diester-Menge bei der hohen Spannung durch das hydrolytisch freigewordene Alkali verseift worden sein kann und das daraus entstandene Dikaliumsalz der Bildung einer neuen Menge freier Säure Veranlassung gegeben. Oder hat das Esterkaliumsalz zuerst Estersäure hydrolytisch gebildet und sich diese dann umgelagert, was zu denselben Endprodukten führt.

Es ist kaum anzunehmen dass eine noch vergrösserte Anodenstromdichte ein qualitativ anderes Resultat herbeiführen sollte. Dagegen wäre das Innehalten einer sehr niedrigen Temperatur des Bades prinzipiell ohne Zweifel für eine Brown-Walker'sche Kuppelung nun wieder günstig, weil dann die Umlagerung des Esterkaliumsalzes der Elektrolyse desselben vielleicht nicht vorangehen könnte. Praktisch ist aber eine niedrigere Temperatur hier leider ausgeschlossen, einerseits weil eine genügend konzentrierte Lösung sonst nicht verwendet werden kann, andrerseits weil die Abscheidung des sicher hoch schmelzenden 32-Esters

[1]) *Walker*, l. c.

in kaltem Bade wohl sofort Stromunterbrechung herbeiführen würde.

Als Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung kann also kurz angegeben werden, dass

1:o die Brown-Walker'sche Elektrosynthese der Ester der zweibasischen Säuren viel vollständiger und sogar mit einer sehr guten Ausbeute verläuft, wenn der Anodenraum durch ein passendes Diaphragma vom Kathodenraume abgesondert gehalten wird,

2:o die für die Darstellung des Ausgangsmaterials der betreffenden synthetischen Methode nötige Halbverseifung der Doppelester vom Dekahexandikarbonsäurediaethylester an (vielleicht auch schon früher) sehr unsicher wird.

3:o die auf diese (oder vielleicht auf andere, z. B. Halbesterifizierung der zweibasischen Säuren) Weise gewonnenen Esterkaliumsalze sich, von der selben Molekulargrösse an, bei Erwärmung entweder direkt oder nach vorangegangener Hydrolyse so schnell in Diester und zweibasische Säure resp. Dikaliumsalz umlagern, dass eine zur Kuppelung in Brown-Walker'schem Sinne führende Elektrolyse derselben Esterkaliumsalze nicht stattfinden kann,

4:o das Endprodukt der elektrolytischen Behandlung der höheren Esterkaliumsalze die unverdoppelte freie zweibasische Säure darstellt, wenigstens unter den hier in Acht genommenen Arbeitsbedingungen.

Nicht ganz aussichtslos scheint mir inzwischen die Elektrolyse der freien Estersäuren, ohne Lösungsmittel und Diaphragma, mit sehr geringer Elektrodendistanz. Diesbezügliche Versuche werde ich bei Gelegenheit anstellen.

Bei der obigen Arbeit leistete mir Hr Stud. *J. Wuorinen* gute Hilfe. Dieselbe wurde im Elektrochem. Laboratorium der Technischen Hochschule in Finnland (Helsingfors) ausgeführt.

Schatzalp-Davos, Aug. 1910.

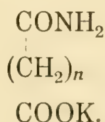
Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
LIII. 1910—1911. Afd. A N:o 6.

Die Elektrolyse von Salzen der Halbamide einiger zweibasischen Säuren

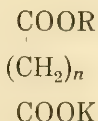
von

GUSTAF MATTSSON.

Bisher ist das elektrolytische Verhalten der Säureamide sehr wenig untersucht worden. Ich hatte Interesse besonders dafür wie sich ein Komplex $CONH_2$ verhalten würde bei der Elektrolyse eines denselben enthaltenden Salzes. Am nächsten lagen dann als Untersuchungs-Objekte Verbindungen vom Typus



Wenn sich die Gruppe $CONH_2$ elektrolytisch intakt hält hätte man in der Elektrolyse diesbezüglicher Verbindungen ein Analogon der Brown-Walker'schen Elektrosynthese aus Estersalzen vom Typus



und in einigen für die letztere weniger günstigen Fällen vielleicht einen Ersatz derselben. Das aufwärtsschreiten mit dem Brown-Walkerschen Verfahren in der Reihe der

zweibasischen Säuren scheitert nämlich, wie ich in einem anderen Aufsatze gezeigt habe [1]), bei den höheren Säuren daran, dass die übrigens nur schwierig darzustellenden Estersalze sich durch den thermischen Effekt des Stromdurchgangs in elektrolytisch ungeeignete Substanzen umlagern. Es wäre zu untersuchen ob ein Austausch der Gruppe COOR gegen eine Gruppe $CONH_2$ eine solche unverhoffte Umlagerung vorbeugen könne und wie sich überhaupt ein solches Salz eines Halbamids dem elektrischen Strom gegenüber stellen würde. Eine völlige Indifferenz des Komplexes $CONH_2$ schien mir dabei nicht ganz wahrscheinlich.

Für die Säuren vom Typus $CONH_2 . (CH_2)_n . COOH$ gibt es keine allgemein verwendbare Darstellungsmethode und das Studium der einschlägigen Litteratur zeigt dass aus bisher nicht klargelegten Ursachen sich die verschiedenen höheren Glieder der Oxalsäure-Reihe anscheinend launenhaft verhalten der bequemsten Darstellungsmethode gegenüber, welche in einfacher Erhitzung der normalen Ammoniumsalze besteht. Vollkommen durchsichtig liegen die Verhältnisse in dieser Hinsicht bisher nur bei Korksäure und Sebazinsäure. Da nun meine Untersuchung nicht die Erforschung der Darstellung solcher Halbamide in erster Linie galt, konnte ich mich bis auf weiteres auf diese zwei Säuren resp. deren Halbamide beschränken. Nachher wurde auch die Dekahexandicarbonsäure in den Kreis der Versuche gezogen.

Darstellung und Elektrolyse der Suberaminsäure.

Arppe [2]) erhielt durch erhitzen des Ammoniumsuberats bis 170° eine Substanz, welche er nach dem Behandeln mit Aether (zwecks Entfernung wiedergewonnener Korksäure) als gegen Alkali empfindlich erkannte, indem dieselbe damit Ammoniak entwickelte, und nannte er den betreffenden Stoff Suberamid. Das Handbuch Beilsteins bezeichnet, unter Hinweis auf die Publikation Arppes, denselben als Suber-

[1]) Diese Übersicht, Jahrgang 1910-1911 Nr 5.

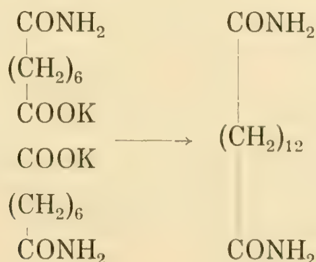
[2]) Zeitschrift für Chemie *1868,* 300.

aminsäure, $CONH_2 . (CH_2)_6 . COOH$, also das Halbamid der Korksäure, was sich für die Zusammensetzung des Stoffes auch bestätigt hat.

Normales Ammoniumsuberat wurde also erhitzt, bis dasselbe schmolz und lebhaft Ammoniak entwickelte. Als die Gasblasen allmählich nachliessen, wurde abgekühlt, pulverisiert, mit Aether extrahiert. Der Rest war ziemlich reine Suberaminsäure. Ohne besonderes Beachten der Temperatur kann somit dieses Halbamid als ein recht stabiles Zwischenglied beim Zersetzen des Ammoniumsuberats durch Hitze mit guter Ausbeute isoliert werden.

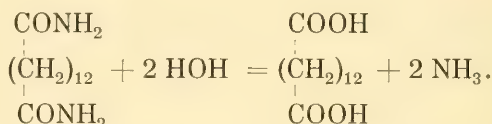
Die Säure wurde nun mit Kaliumhydroxid neutralisiert und eine 5 g enthaltende Kaliumsalzlösung derselben der Elektrolyse unterworfen. Die apparative Anordnung war dieselbe welche ich an anderer Stelle (bei dem Studium der Brown-Walker'schen Elektrosynthese) schon beschrieben habe [1]). Klemmenspannung 30 Volt, Stromstärke durchschnittlich 6.5 Amp., Temperatur bei der Anode 33—40° (äussere Abkühlung). Anfangs schäumte die Anodenflüssigkeit sehr stark. Nachher zeigten sich an der Anode allmählich weisse Schlieren. Nach 20 Minuten wurde die Elektrolyse beendet.

Das weisse Produkt wurde abfiltriert, gewaschen und auf Fajansplatte getrocknet. Es zeigte sofort den Schmelzpunkt 122.5 und erwies sich als identisch mit der normalen *Dodekandikarbonsäure* (Schm.p. 123°). Hier hatte also wirklich die erwartete Kuppelung, und zwar sehr glatt, stattgefunden, aber anstatt des theoretisch zu erwartenden „Doppelamids“:



[1]) Diese Übersicht, l. c.

entstand die entsprechende freie Säure. Dieses zweite Ergebniss ist wohl kaum auf eine direkte elektrolytische Wirkung zurückzuführen, sondern muss wohl als eine sekundär stattfindende Hydrolyse des zuerst gebildeten Säurediamids angesehen werden:



$$\begin{matrix} CONH_2 \\ | \\ (CH_2)_{12} \\ | \\ CONH_2 \end{matrix} + 2\,HOH = \begin{matrix} COOH \\ | \\ (CH_2)_{12} \\ | \\ COOH \end{matrix} + 2\,NH_3.$$

Es entwickelte sich während der ganzen Elektrolyse Ammoniak.

Darstellung und Elektrolyse der Sebaminsäure.

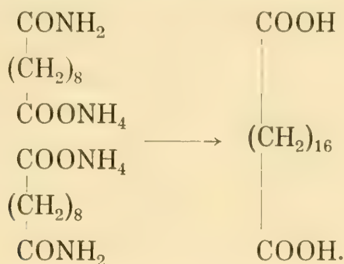
Nach den Angaben von KRAUT [1]) wurde Sebazinsäure in starkem Ammoniak gelöst, die Lösung auf dem Wasserbade eingedampft und der Rückstand trocken destilliert. Das Destillat (Sebazinsäurehalbamid, Sebaminsäure) wurde wieder in Ammoniak gelöst, die Lösung etwas eingeengt und in zwei Portionen geteilt. Ich wollte nämlich jetzt sowohl das Ammonium- als das Kaliumsalz elektrolysieren, um entscheiden zu können ob bei der leichten Verwandlung der Gruppen $CONH_2$ in Karboxyle das Alkali vielleicht Bedeutung hätte. Wäre das der Fall, könnte man hoffen bei der Ammoniumsalz-Elektrolyse doch das primäre „Doppelamid“ greifbar zu machen.

Die eine Portion wurde also als solche direkt elektrolysiert. Die Stromverhältnisse wie oben bei Suberaminsäure, die Temperatur doch etwas höher (bis 75°). Winzige Mengen eines bräunlichen Öls sammelten sich an der Oberfläche, an der Wandung des Diaphragmas und in den weissen, an der Anode fest haftenden und immer loszukratzenden Hauptprodukte. Dasselbe war mikrokrystallinisch, schmolz erst bei 114.5° und erlangte durch Umkrystallisieren aus Alkohol sofort den Schmelzpunkt und übrige Ei-

---

[1]) Jahresberichte ü. die Fortschritte d. Chemie, *1863*, 358.

genschaften der *Dekahexandikarbonsäure*. Der Verlauf der Elektrolyse und der Hydrolyse war also:



Die Verwendung des Ammoniumsalzes hatte also keine wesentliche Veränderung im prinzipiellen Verlauf des Prozesses herbeigeführt. Möglich wäre wohl dass das oben erwähnte ölige Nebenprodukt das entsprechende Säurediamid wäre. Doch war die Menge desselben sowohl relativ als absolut eine äusserst geringe und gestattete keine nähere Untersuchung.

Die andere Portion der Ammoniumsalzlösung wurde in eine Kaliumsalzlösung überführt und als solche elektrolysiert. Das Verfahren verlief sehr glatt, es entstand ein ölfreies, rein weisses Produkt mit dem Schmelzpunkte 116.2°, welches wieder nach einmaligem Umkrystallisieren als reine Dekahexandikarbonsäure festgestellt wurden konnte.

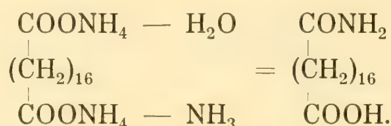
Die beiden hier untersuchten Säuren zeigten also bei der Elektrolyse ihrer Halbamid-Salze eine in allen Hinsichten völlige Übereinstimmung.

Darstellung und Elektrolyse der Dekahexaminsäure.

Die Darstellung dieser bisher unbekannten Säure erbot gewisse Schwierigkeiten. Es konnte nämlich hier beim Erhitzen des normalen Ammoniumsalzes kein so sicheres Zwischenstadium fixiert werden wie bei der Korksäure und der Sebazinsäure. Die Ammoniak-Entwickelung schritt ruhig fort bis nur die reine Dekahexandicarbonsäure übrig war.

Es wurden nun die Temperaturen der Erhitzung mit den entsprechenden Gewichten der übrig bleibenden Substanz zusammengestellt, um konstatieren zu können bei

welcher Temperatur die gewünschte Dekahexaminsäure vorhanden wäre. Die Entstehung derselben verlangt nämlich beim Erhitzen des trockenen Dekahexandicarbonsäurediammoniumsalzes ein Gewichtsverlust von 10.06 %, gemäss der Reaktion

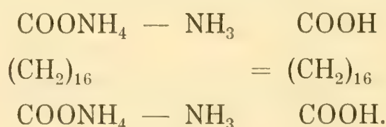


$$\begin{array}{lcl} COONH_4 - H_2O & & CONH_2 \\ | & & | \\ (CH_2)_{16} & = & (CH_2)_{16} \\ | & & | \\ COONH_4 - NH_3 & & COOH. \end{array}$$

Die Gewichtsverluste betrugen:

bei 125°	. . . .	3.66 %
150	. . . .	3.76 %
163	. . . .	8.36 %
185	. . . .	10.15 %
200°	. . . .	14.20 %

Die zu wählende Temperatur wäre also etwa 185°. Leider hapert nun dieses an und für sich rationelle Verfahren an einer Unsicherheit bei dem Zerfall des Diammoniumsalzes. Es kann nämlich nicht ohne Weiteres behauptet werden dass nicht die Abspaltung aus dem Salzmolekül einen anderen Verlauf als den oben supponierten nehmen kann, z. B. diesen:



$$\begin{array}{lcl} COONH_4 - NH_3 & & COOH \\ (CH_2)_{16} & = & (CH_2)_{16} \\ COONH_4 - NH_3 & & COOH. \end{array}$$

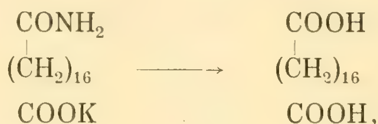
Und der Gewichtsverlust wäre in dem Falle 10.35 %, also nur um 0.29 % grösser als bei der ersten Deutung des Vorganges. Nun gewinnt wohl diese eine grosse Wahrscheinlichkeit durch das Verhalten der Ammoniumsalze der Korksäure und der Sebazinsäure, absolut sicher ist dieselbe Zerfallsordnung bei dem entsprechenden Salze der Dekahexandicarbonsäure nicht. Eine Observation steigert indessen die genannte Wahrscheinlichkeit beträchtlich. Das bis un-

ter 175° erhitzte und das über 200° erhitzte Salz gab nämlich in beiden Fällen durch Freilegung der entsprechenden Säure dieselben Dekahexandicarbonsäure, während dessen das auf 180° bis 187° erhitzte Salz eine andere, unbekannte Säure gab, welche den Schmelzpunkt 105° besass und, was entscheidend scheint, mit Alkali erhitzt Ammoniak entwickelte. Dieselbe konnte leider bisher nicht durch Umkrystallisieren gereinigt werden, wurde deshalb in rohem Zustande für die Elektrolyse benutzt. Einen Einblick in den Gang dieser dritten Elektrolyse ihrer Art könnte man dadurch doch gewinnen.

Es wurde also folgendermassen verfahren. 6 g Diammoniumsalz der Dekahexandicarbonsäure wurde auf 180—187° so lange erhitzt bis kein Ammoniak mehr entwich. Die abgekühlte chokoladenfarbige Masse vurde zerkleinert und, um unverändertes Diammoniumsalz zu entfernen, mit absolutem Alkohol wiederholt geschüttelt. Nach Filtrierung wurde eingedampft. Der in Alkohol lösliche Rückstand schmolz bei etwa 91°. Derselbe wurde bei 50° in verdünnte Sodalösung gebracht, wobei diese Kohlendioxyd entwickelte, was die Säurenatur der gelösten Masse bewies. Nach Abfiltrieren einer ganz kleinen Menge ungelöster Substanz (Diamid?) wurde aus dem Natriumsalz die Säure abgeschieden und durch vorsichtiges Eindunsten, Auflösung in Alkohol, Filtrierung (von NaCl) und neues Eindampfen isoliert. Diese Substanz zeigte roh den genannten Schmelzpunkt von 105° und gab mit Alkali Ammoniak ab.

Von der auf diese Weise in verschiedenen Portionen gewonnene, wahrscheinlich als Dekahexaminsäure, $CONH_2 . (CH_2)_{16} . COOH$, zu bezeichnende Substanz wurden 8 g in Form des Kaliumsalzes in 25 g Wasser aufgelöst und bei 30 Volt Klemmenspannung und 4 Amp. Stromstärke elektrolysiert. Der äussere Verlauf war ungefähr derselbe wie bei Sebaminsäure. Es entstand hier ganz wenig eines bräunlichen, flüssigen Nebenproduktes. Das Hauptprodukt zeigte den Schmelzpunkt 116.3 und war fast reine *Dekahexandicarbonsäure.* Ganz wie bei der Elektrolyse des Esterkaliumsalzes dieser Säure blieb also hier die in den vorigen Fällen so

glatt verlaufende Kuppelung der Anionenreste aus und der Reaktionsverlauf wurde:



$$\begin{matrix} CONH_2 & & COOH \\ | & & | \\ (CH_2)_{16} & \longrightarrow & (CH_2)_{16} \\ COOK & & COOH, \end{matrix}$$

was wiederum auf eine die Elektrolyse vorbeugende Hydrolyse hinweist, welche diesmal sowohl den Komplex COOK als die Gruppe $CONH_2$ in Karboxyle überführte.

Bei diesem Ausgang des sondierenden Vorversuches schien eine weitergehende Reinigung und absolute Konstitutionsfestlegung des Ausgangsmaterials zwecklos.

Die Ergebnisse dieser Arbeit wären also:

1:o Bei der Elektrolyse von Salzen der Suberaminsäure und der Sebaminsäure (und mit grosser Wahrscheinlichkeit auch anderer ähnlicher Säuren mit nicht zu langer Kette) entstehen durch Kuppelung, analog mit der Brown-Walker'schen Methode, und nachherige Hydrolyse zweibasische Säuren mit der doppelten Anzahl CH_2-Gruppen.

2:o Bei längerer Kohlenstoffkette, wenigstens von $(CH_2)_{16}$ an, versagt, wahrscheinlich auf Grund einer Hydrolyse des Halbamidsalzes, diese Elektrosynthese und es wird die entsprechende Säure regeneriert.

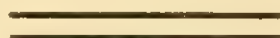
3:o In den Fällen, wo sich das Halbamid bequem darstellen lässt, ist obiges Verfahren, welches mit sehr guter Ausbeute direkt zu die fast reinen Substanzen führt, der Brown-Walker'schen Elektrosynthese, auch in deren von mir modifizierten Ausführung, vorzuziehen und stellt *die zur Zeit bequemste Methode für die direkte Synthese höherer zweibasischer Säuren dar.* Nach Brown und Walker muss erst die Ausgangssäure esterifiziert, das Ester halbverseift und dann das Endprodukt verseift werden. Nach obigem Verfahren genügt vor der Elektrolyse das Erhitzen des Ammoniumsalzes um nach der Elektrolyse sofort die neue Säure zu bekommen.

Die Methode soll auf weitere zweibasische Säuren aus-

gestreckt werden. Eine Vorprüfung mit Asparagin scheint in dieselbe Richtung zu zeigen wie Suberaminsäure etc.

Auch in dieser Arbeit stand mir Hr Stud. *J. Wuorinen* mit Interesse und Sorgfalt bei. Dieselbe wurde im Elektrochem. Laboratorium der Techn. Hochschule in Finnland (Helsingfors) ausgeführt und bitte ich dem Vorstand des Elektrotechnischen Instituts derselben Hochschule, Hrrn Prof. *J. Sohlman,* für verbindliches Entgegenkommen bei der Stromanschaffung meinen kollegialen Dank auszusprechen.

Schatzalp-Davos, Aug. 1910.



Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 7.

Über die Einwirkung des metallischen Calziums auf organische Haloide

von

Gustaf Mattsson.

Die interessante und recht ausführliche Untersuchung von Erdmann und van der Smissen betreffs der chemischen Eigenschaften des Calziums [1]) veranlasst meinerseits eine kurze Mitteilung über Calzium in seinem Verhalten zu organischen Halogenverbindungen, ein Thema womit ich mich einige Zeit beschäftigt habe. Calzium als chemisches Agenz war schon früher Gegenstand einer Veröffentlichung von Beckmann [2]), der das Metall u. a. als Ersatz für Magnesium in der Grignard'schen Reaction geprüft hat, sonst aber, wie auch Erdmann u. van der Smissen, dasselbe als eventuellen Halogenentzieher bei Seite gelassen.

Es schien mir von vornherein nicht ganz ausgeschlossen dass Calzium einem an Kohlenstoff direkt gebundenem Halogenatom gegenüber sich qualitativ als Natrium verhalten und somit einen Ersatz desselben bei gewissen Wurtz-Fittig-schen Reactionen bilden könnte. Diese Vermutung hat sich aber nicht bestätigt. Ich habe in keinem Falle eine direkte Entziehung des betreffenden Halogenatoms unter Kuppelung zweier Kohlenwasserstoffreste bewirken können. Unten werden die bezüglichen Versuche kurz erwähnt.

Dagegen erwies es sich dass Calzium gemäss seiner Stellung im periodischen System dem Zink ähnlich bei

---

[1]) Ann. d. Chem. *361*, 32 [1908].

[2]) Berichte *38*, 904 [1905].

den Syntesen von *Zincke* leicht *Seitenkettenhalogen* in Verbindung mit Benzolwasserstoff *als Halogenwasserstoff* katalytisch abspaltet. In allen typischen Fällen, welche ZINCKE seinerzeit und seine Schüler und Nachfolger für Zink (Eisen, Kupfer, Silber) untersucht haben [1]), reagiert auch Calzium. Die Produkte der Reactionen sind auch so ziemlich dieselben. Das Metall bleibt während der ganzen Reaction anscheinend unverändert. Die disponible Metallfläche scheint nur für die Geschwindigkeit der Abspaltung Bedeutung zu haben [2]). Calzium in Stücken oder als Späne, geraspelt, gefeilt, gedreht, verhält sich gleich. Ebenfalls konnte sich die einmal begonnene Reaction auch nach Entfernen des Metalls fortsetzen.

Von den vielen Versuchen mit Calzium und organischen Halogenverbindungen, welche ich angestellt habe, nenne ich die Folgenden. Das Metall (Bitterfelder-Calzium) wurde vorher mit absolutem Alkohol gewaschen, sonst nicht weiter gereinigt, und gewöhnlich als Drehspäne oder auch geraspelt (Kahlbaum) verwendet. Die Haloide waren sämmtlich von grosser Reinheit.

Amyljodid (normal und iso-) und Calzium. 5 g Jodid und 0.5 g Metall wurden unter Rückfluss 24 Stunden zum Kochen des Jodids erhitzt. Keine andere Wirkung als die durch gleichzeitiges Kochen des Jodids allein hervorgerufene Dunkelfärbung desselben. — 20 g Jodid und 3 g Metall gaben im Einschlussrohr bei 300° und 6-stündiger Erhitzung eine reichliche Menge Jod, Jodwasserstoff und Amylen (fast die ganze Menge der restierenden Flüssigkeit siedete unter 50°), aber das Jodid für sich gab unter den gleichen Verhältnissen ganz dasselbe.

---

[1]) Der Kürze wegen verweise ich nur auf die Zusammenstellung von ELBS, „Die synthetischen Darstellungsmethoden der Kohlenstoffverbindungen“ II, 122.

[2]) Bei der GRIGNARD'schen Reaction spielt dagegen die Dünnheit der Calziumspäne eine grosse Rolle. Die allerdings sehr kleine Ausbeute von Benzoësäure, bei der Darstellung derselben aus Jodbenzol mittels Calzium, wird bei einer Dicke von 0.1 mm etwa 10 Mal so gross als bei einer Dicke von 0.5 mm.

Brombenzol und Calzium. 30 g Brombenzol mit 5.7 g Metall 24 Stunden unter Rückfluss gekocht. Keine Einwirkung. Dasselbe 24 St. bei 300° im Rohr. Schwache Bräunung des Inhalts. Beim Fraktionieren kam aber fast nur Brombenzol heraus nebst einer winzigen Menge p-Dibrombenzol (Schmp. 87—88°). Kein Diphenyl.

Jodbenzol und Calzium. 25 g Jodbenzol mit 5 g Metall wie im vorigen Falle behandelt. In offenem Gefäss keine Einwirkung. Im Rohr etwas stärkere Färbung. Rückgewinn: Jodbenzol und kleine Menge p-Dijodbenzol (Schmp., nach 3-mal. Umkryst. 128,5—129,5). Kein Diphenyl.

a-Bromnaphtalin und Calzium. 40 g Bromnaphtalin mit 8 g Metall unter Rückfluss gekocht. Nach einer Stunde deutliche Färbung, nach 10 St. beginnende Sublimation von Naphtalin. Nach 24 St. wurde die dunkle Flüssigkeit fraktioniert. Produkte: Naphtalin und Bromnaphtalin. Kein Dinaphtyl. Ohne Calzium so ziemlich dasselbe Ergebnis.

Benzylchlorid und Calzium. 50.6 g Benzylchlorid, mit 8 g Metall vermischt, veränderte sich bei Zimmertemperatur nicht, färbte sich aber auf dem kochenden Wasserbade sofort bräunlich, unter reichlicher Entwicklung von Chlorwasserstoff. Nach 18-stündiger Behandlung war der Kolbeninhalt grün und syrupdick. Die nachlassende Gasentwicklung wurde durch 3-stündigem Erhitzen auf offener Flamme wiederbelebt und zu Ende geführt. Beim Abkühlen zog sich die steife Masse so zusammen, dass der Kolben zersprang (bei jedem Versuch). Das smaragdgrüne, rötlich fluoreszierende Produkt hatte einen deutlichen *Benzaldehyd*-Geruch. Durch mehrstündiges Auskochen mit Aether konnte auch eine kleine Menge des Aldehyds abgeschieden werden Der Rest, in Aether und in Alkohol fast unlöslich, ging vollständig in Benzol über, blieb aber beim Verdunsten nur als harzige grüne Masse zurück, welche wegen starker Schäumung eine Vacuum-Destillation nicht gestattete. Das Harz enthielt Chlor und hatte übrigens dieselben unerquicklichen Eigenschaften, welche das mittels Zink oder Kupfer aus Benzylchlorid dargestellte Produkt charakterisieren. 20-stündiges Kochen mit Kalilauge führte nur äusserst we-

nig des Harzes in Lösung über, aus derselben fielen mit Salzsäure amorphe Flocken.

Benzylchlorid, Benzol und Calzium. Qualitativer Verlauf wie mit Zink. Des Vergleiches wegen wurden 50 g Benzylchlorid und 30.8 g Benzol in verschiedenen Sätzen mit je 16 g Calzium (Feilspäne) bezw. 28 g Zink (körnig) auf freier Flamme behandelt.

Mit Calzium: Starke Chlorwasserstoff-Entwicklung, schmutzig bräunliche Färbung, Reactionszeit 32 St. Destillat 200—350°: 18.2 g. Reines Diphenylmethan 8.1 g.

Mit Zink: Sehr starke Chlorwasserstoff-Entwicklung, rötlich braune Färbung (dunkler als bei Calcium), Reactionszeit 12 St. Destillat 200—350 : 24.9 g. Reines Diphenylmethan 9.2 g.

Benzylchlorid, Toluol und Calzium. Parallelversuche mit Zink. Substanzmengen: 100 g Benzylchlorid, 72 g Toluol, 18.3 g Calzium bezw. 30 g Zink. Äusserer Verlauf wie beim Benzol.

Mit Calzium: Reactionszeit 57 St. Destillat: bis 200° 24.6 g, über 200 99.6 g. Phenyltolylmethan (277—279): 15.2 g.

Mit Zink: Reaktionszeit 15 St. Destillat: bis 200 284. g, über 200 87 g. Phenyltolylmethan (277—279°): 13.3 g.

Versuche mit *Cumol, Diphenyl, Fluoren, Naphtalin* (anstatt Benzol und Toluol in den vorigen Versuchen) ergaben durchweg dieselben Resultate: langsamere, bisweilen aber auch vollständigere Einwirkung beim Calzium als beim Zink. Launenhafte Verschiebungen der Ausbeuten nicht selten. Auch aus Benzylchorid einerseits und *Brombenzol, Benzonitril, Methylbenzoat* andrerseits spaltete Calzium reichlich Chlorwasserstoff ab. *Benzyljodid* anstatt Benzylchlorid ergab nichts Neues, Benzyljodid mit Calzium allein sonderte viel Jod ab, gab aber auch die oben erwähnte smaragdgrüne Masse. Benzylchlorid und *Phenol* verhielten sich mit Calzium wie jedes für sich, das Phenol gab ferstes Phenolat. Ein Benzylphenol erhielt ich nicht. *en-Chlor-α-Methylnaphtalin* reagierte mit Calzium äusserlich wie Benzylchlorid, die Produkte eigneten sich jedoch nicht für nähere Untersuchung (meist harzige und kohlige Massen).

Benzoylchlorid wurde mit *Benzol, Toluol, Cumol, Naphtalin* der Einwirkung des Calziums unterworfen. Mutatis mutandis dieselben relativen Verhältnisse (in Vergleich mit Zink) wie oben. Bei Naphtalin verlief die Reaction mit Calzium, obwohl langsamer als mit Zink, sehr vollständig und gab bei zwei Versuchen einige Prozente mehr *α-Benzoylnaphtalin* als ich mit Zink erhalten konnte.

Als praktisches Endergebnis der oben skizzierten Versuche kann behauptet werden, dass Calzium in einzelnen, nicht ganz regelmässig wiederkehrenden Fällen etwas vollständiger als Zink seine Halogenwasserstoff-abspaltende Wirkung zeigt, im Vergleich mit diesem aber in den meisten diesbezüglichen Reactionen zurücksteht, besonders auch was die Schnelligkeit der Abspaltung betrifft. Ob eine dem Zinkstaub ähnliche, nicht leicht zu bewerkstelligende Zerstäubung des Calziums die betreffende Wirkung desselben wesentlich steigern könnte, muss bis auf weiteres dahingestellt bleiben.

Bei den Versuchen haben mir die Herrn Dr.-Ing W. Neovius und Ing. R. Grönblom Hilfe geleistet, wofür ich ihnen bestens danke. Die Arbeit wurde in *Helsingfors* ausgeführt, gleichzeitig in den Chem. Laboratorien der Universität und der Techn. Hochschule.

Schatzalp-Davos, Sept. 1910.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
1910—1911. LIII. Afd. A N:o 8.

Über das Santen.

Von

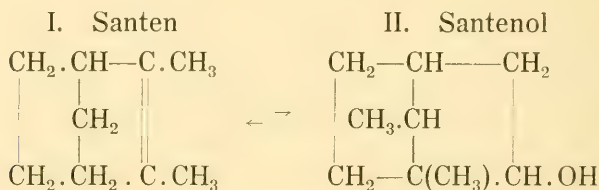
Ossian Aschan.

(Eingereicht den 24 Okt. 1910).

Diesem von Müller[1]) aus dem Verlauf des ostindischen Sandelholzöles isolierten Kohlenwasserstoff, C_9H_{14}, kommt in mancher Hinsicht ein erhebliches Interesse zu. Erstens stellt das Santen, ihrer empirischen Zusammensetzung nach, ein niederes Homologe der Terpene dar. Zweitens ist es, wie ich gezeigt habe[2]), in der Natur ziemlich verbreitet; besonders ist sein Vorkommen in dem sibirischen Fichtennadelöl, als Vorlauf des darin u. A. vorfindlichen Kampfens und Pinens, bemerkenswert. Schliesslich ist gewissen seiner Umwandlungen aus dem Grunde Beachtung zuzuwenden, dass der Kohlenwasserstoff ähnlichen intramolekularen Umlagerungen fähig zu sein scheint, wie das Kampfen. Bekanntlich wird dieses Terpen leicht aus gewissen Verbindungen des Kampfertypus, wie Borneol und Isoborneol, gebildet und umgekehrt in Derivate dieser Alkohol zurückverwandelt, obwohl es selbst einem veränderten Typus mit anderer Verteilung der Kohlenstoffatome angehört. Was den erwähnten ähnlichen Umlagerungen in der Santengruppe betrifft, so sei folgendes erwähnt. Von Semmler und Bertelt, welche eine längere Untersuchung[3]) über das Santen aus-

[1]) Arch. d. Pharm. *238*, 366 (1900).
[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *40*, 4918 (1907).
[3]) Ibid. *40*, 4465, 4594, 4844 (1907); *41*, 125, 385, 866 (1908).

geführt haben, ist für das Santen die folgende Formel I. in Anwendung gebracht worden, wogegen dem Alkohol *Santenol*, $C_9H_{15}.OH$, welcher von mir [1]) mittels der BERTRAM'schen Reaktion daraus erhalten wurde, von ihnen die Formel II. beigegeben wurde:



Auch die Zurückverwandlung des Santenols in das Santen wurde von den Herren SEMMLER und BARTELT in Frage gestellt [2]). Wie bei den genetisch verknüpften Verbindungen Kampfen-Borneol, wäre also hier eine durchgreifende Umlagerung des Kohlenstoffsskeletts eingetreten.

Ein Studium dieser „*Umstellung*" [3]) der Kernatome bietet nun, besonders für die Konstitutionsfrage des Kampfens, womit ich eben beschäftigt bin, ein erhebliches Interesse. Dieses lässt sich bei dem Santen, welches einfacher zusammengesetzt ist, besser verfolgen, und deshalb habe ich diesen Kohlenwasserstoff zum Gegenstand einer näheren Untersuchung unterzogen, welche besonders das „Umstel-

[1]) Ibid. *40*, 4922 (1907); vergl. *Semmler* und *Bartelt*, *41*, 125 (1908).

[2]) Als ich nach der Darstellung des Santenols (ibid *40*, 4922) die Vermutung aussprach, dieser Körper sei mit dem sogenannten π-Norborneol (π-Norisoborneol) identisch, dessen Formiat *Semmler* und *Bartelt* durch eine Reihe merkwürdiger Reaktionen mittels Ameisensäure aus der Teresantalsäure erhielten (ibid. *40*, 4466, 4471), so wurde diese Vermutung von den genannten Forschern acceptiert, ohne dass jedoch genügend stichhaltige Beweise dafür beigebracht wurden.

[3]) Ich möchte für dieses rätselhafte „Gleiten" der Kohlenstoffatome von einer Bindungsstelle zur anderen, welche, offenbar ohne dass die Bindung der Atome völlig aufgehoben wurden ist, in diesem wie in vielen anderen Fällen, z. B. bei der Pinakolin-, der Benzilsäureumlagerung, bei der sterischen Umlagerung etc. stattfindet, eine besondere Bezeichnung benutzen und dasselbe als eine „Umstellung" der Kernatome bezeichnen.

lungsfänomen" behandeln soll. Ich hoffe die Lösung des Problems durch die sichere Feststellung der Konstitution einerseits des Santens und andererseits des Santenols und dessen Derivate zu gewinnen.

Die vorliegende Abhandlung behandelt folgende damit mehr oder weniger eng verknüpfte Fragen: die Reinigung des Santens; die Natur des Hydrochlorids des Santens sowie die Chlorwasserstoffabspaltung aus demselben; den Austausch des Chloratoms gegen Hydroxyl unter Bildung eines neuen Alkohols $C_9H_{15}.OH$, des Santenhydrats, sowie die Feststellung seiner chemischen Natur; ferner die nähere Untersuchung des Santenols, besonders in Bezug auf seiner Oxydation. Hieran schliesst sich die Bildung der Santensäure, $C_7H_{12}(CO_2H)_2$, an, eines normalen Oxydationsproduktes des Santenols sowie des Santenons $C_9H_{14}O$, dessen Eigenschaften näher angegeben werden, ferner einige Versuche zum Abbau der Santensäure durch die Darstellung der α-Bromsantensäure, $C_7H_{11}Br(CO_2H)_2$, sowie der durch Bromwasserstoffentwickelung daraus entstehenden Dehydrosantensäure oder Santenensäure, $C_7H_{10}(CO_2H)_2$. Der weitere Abbau der Santensäure, welche wie ich hoffe zur Feststellung der Konstitution der letztgenannten, des Santenols und anderer durch „Umstellung" gebildeten Derivate führen wird, soll dagegen den Gegenstand einer weiteren Abhandlung sein.

1. *Die Reinigung des Santens durch fraktionierte Destillation.*

Das Rohöl, welches zu dieser Operation angewandt wurde, war aus einer grösseren Menge sibirischen Fichtennadelöls mittels einer grösseren Kolonne bis 155° ausdestilliert worden. Es wurden 3 l des so gewonnenen Rohöls angewandt. Die Destillation fand für die ersten beiden Gänge mit einer Perlenkolonne und das dritte Mal mit einem *Young*'schen Dephlegmator statt.

Die erste Destillation ergab folgende Fraktionen:

Bis 100°	7 g
100—140°	899 »
140—144°	654 »
144—148°	120 »
148—152°	239 »
152—156°	133 »
156—164°	271 »
164—174°	80 »
Rückstand	20 »
	2423 »

Bei der zweiten Dephlegmierung wurden die beiden letzten Fraktionen weggelassen und die übrigen Fraktionen zwischen je zwei Grade aufgenommen. Das Resultat war folgendes:

Bis 110°	21 g
110—138°	114 »
138—140°	973 »
140—142°	243 »
142—144°	38 »
144—146°	23 »
146—148°	50 »
148—150°	38 »
150—152°	115 »
152—154°	81 »
154—156°	293 »
156—158°	57 »

Zu der dritten Destillation wurden nur die 6 ersten Fraktionen angewandt. Von 138° an sind die neuen Fraktionen für jedes Temperaturgrad aufgenommen. Die erhaltenen Fraktionen, deren Siedetemperatur mit fettgedruckten Ziffern angegeben sind, werden mit Angabe ihrer physikalischen Konstanten in der folgenden Tabelle angeführt. Die darauf folgenden sechs mit gewöhnlichen Ziffern bezeichneten Fraktionen entstammen dagegen der zweiten, und die letzte mit kursiven Ziffern angegebene Fraktion 164—174° der ersten Destillation.

Fraktion	Gewicht in g	Drehungswinkel der Probe im 1-dm-Rohr	$d\frac{15}{4}$	$[\alpha]_D$	n	$\frac{n^2-1}{n^2+2}\cdot\frac{M}{d}$	MR
110—128°	12	—	—	—	—	—	berechnet für C_9H_{14}
128—135°	35	−0,22°	0,8647	−0,25°	1,45958	0,31651	38,93
135—138°	41	−0,33°	0,8736	−0,38°	1,46351	0,31558	—
138—139°	137	−0,23°	0,8724	−0,26°	1,46726	0,31823	38,82
139—140°	841	−0,208°	0,8735	−0,24°	1,46878	0,31872	38,88
140—141°	127	−1,12°	0,8726	−1,28°	1,46804	0,31862	38,87
141—142°	112	−2,10°	0,8770	−2,39°	1,46652	0,31614	38,56
142—143°	24	−3,91°	0,8928	−4,38°	1,47095	0,32032	39,08
143—144	24	−4,03			—		—
144—145°	7	−5,33°	—	—	—	—	—
145—146°	8	−5,72°	—	—	—	—	—
146—147°	5	−6,09°	—	—	—	—	—
147—148°	5	−8,54°	—	—	—	—	—
146—148°	50	−10,82°	—	—	—	—	—
148—150°	38	−12,97°	—	—	—	—	—
150—152°	115	−16,23°	—	—	—	—	
152—154°	81	−21,34	—			—	—
154—156°	293	−33,33°	—	—	—	—	—
156—158°	57	−47,04°	—	—	—	—	—
164—174°	80	−53,40°	—	—	—	—	—

Wie hieraus ersichtlich, siedet die Hauptmenge des Santens, wie dies schon von seinem Entdecker MÜLLER angegeben wurde, bei 139—140° (unkorr), und sein spec. Gew. $d\frac{15}{4}$ beträgt 0,8735. Aus der molaren Refraktion zu schliessen, waren auch die bei der dritten Destillation erhaltenen Fraktionen 138—139 sowie 140—141 fast vollständig rein. Ferner ist zu bemerken, dass, aus dem Siedepunkt zu schliessen, bei 150—152 irgend ein früher nicht beobachtetes Terpen vorhanden sein müsste. Wir bemerken, dass der

Seidepunkt ungefähr mit dem des Cyklens zusammenfällt, ohne dass wir damit behaupten wollen, dass dieser Kohlenwasserstoff tatsächlich vorhanden wäre.

An dieser Stelle sei ferner erwähnt, dass sich das Santen auch beim Aufbewahren in geschlossenen Flaschen verändert, wobei eine nicht unbedeutende Menge schnell verharzt. Dabei wird die Korke gebleicht, wahrscheinlich aus demselben Grunde wie beim Pinen und anderen Terpenen.

Die in der Tabelle unter *MR* angeführte Molekularrefraktion für die verschiedenen Fraktionen ergiebt, dass die Übereinstimmung mit dem berechneten Wert dieser Konstante ausserordentlich gut ist, ein Zeichen darauf, dass der Kohlenwasserstoff, wie die Bestimmung von Semmler[1]) für das Santen aus Sandelholzöl, sowie meine frühere Bestimmung[2]) für das Fichtennadelölsanten ergeben haben, in der Tat bicyklisch mit einer Doppelbindung gebaut ist.

Der Geruch des Santens erinnert nur entfernt an den das Kampfens. Die Vorfraktionen des Kohlenwasserstoffs, welche scharf und beinahne widerwärtig riechen, nehmen jedoch in sich den hauptsächlichen unbehaglichen Geruch des Rohsantens auf. Bei der Hauptfraktion 139—140° ist derselbe schon bedeutend vermildert, wenn auch kaum noch ganz behaglich.

Was schliesslich der Aktivität des Santens betrifft, so möchte ich bemerken, dass ich den Kohlenwasserstoff niemals ganz inaktiv erhalten habe. Aus der Tabelle geht hervor, dass für die destillierte Probe eine ungefähre Drehung von $[\alpha]_D = -0{,}24^\circ$ eigen wäre; in der benachbarten Fraktion 140—141° war sie schon auf $-1{,}23^\circ$ gestiegen, und von da an erhöht sie sich ziemlich regelmässig bis auf die Pinenfraktion. In einer zweiten, älteren Probe, welche auch dem sibirischen Fichtennadelöl entstammt, erhielt ich in den Fraktionen folgende Drehung:

[1]) Ber. d. deutsch. ihem. Ges. *40,* 4595 (1907).

[2]) Ibid. *40,* 4921 (1907).

Fraktion	α_D	d_4^{15}	n	MR
139—140°	−0,60°	0,8698	1,46731	38,98
140—141°	−0,80°	—	—	—

Für die Fraktion 139—140° berechnet sich also $[\alpha]_D =$ $-0{,}69°$, also höher wie in dem obigen Falle. Zu bemerken ist ferner, dass auch Derivate, welche aus dem älteren Preparate erhalten wurden (wie Santenol), höher wie die aus dem jetzt bearbeiteten Produkte drehten.

2. *Das Hydrochlorid des Santens.*

MÜLLER beschreibt [1]) das Santenhydrochlorid, $C_9H_{15}Cl$, als festen, bei 80° schmelzenden Körper. In meiner oben erwähnten Abhandlung [2]) wird es als eine klebrige, leicht flüchtige, bei 80—81° schmelzende Krystallmasse erwähnt, die nach unreinem Kampfenchlorhydrat riecht und ihren Chlorwasserstoff wieder leicht abgiebt. Diese Eigenschaften wurden auch jetzt von mir bestätigt. Ein Versuch, den Körper bei niedrigerem Druck zu destillieren, zeigte, dass dies bei 5—6 mm nur unter Anwendung einiger Gramme gelingt. Dagegen wurde eine Menge von etwa 30 g fast völlig zersetzt; das Destillat blieb ölig.

Als 30 g des Hydrochlorides mit ebensoviel Anilin vermischt wurden, trat bald in der Masse ein wenig gelber Krystalle von Anilinhydrochlorid auf, darnach erwärmte sich die Masse und wurde flüssig, um alsbald wieder zu erstarren. Nach 12-stündigem Stehen wurde über freie Flamme vorsichtig destilliert, zuletzt auf 180°, wobei zuerst ein Kohlenwasserstoff bei etwa 140—150° überging. Die im Kolben verbleibende dunkelgefärbte Masse erstarrte nachher zum festen Anilinhydrochlorid. Aus dem Destillat wurde das Anilin mit Oxalsäurelösung entfernt. Der Kohlenwasserstoff sott, nach dem Waschen mit Wasser und Trocknen mit Calciumchlorid, grösstenteils bei 139—141°,

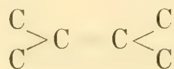
[1]) Arch. d. Pharm. *238*, 366 (1900).
[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *40*, 4922 (1907).

eine kleinere Menge ging bei 141—150 über. Die Hauptfraktion zeigte die Dichte $d_4^{15} = 0,8698$ und $n = 1,46886$ sowie $\alpha_D = -0,152°$, woraus

$$[\alpha]_D = -0,175° \text{ und}$$
$$MR = 38,80 \text{ (berechnet } 38,93).$$

Es war also Santen mit seinen ursprünglichen Eigenschaften zurückgebildet worden. Um dies zu bestätigen, wurden weiter das Nitrosit und das Nitrosochlorid dargestellt. Ersteres wurde als schön grünblaue, bei 124° unter Zersetzung schmelzende Krystalle, letsteres als blaugrünes Pulver vom Schmelzp. 109°, das nach einiger Zeit verblasste, erhalten.

Dadurch ist erwiesen, dass *die Bildung des Santenhydrochlorids mit keiner Umlagerung verbunden ist,* da das Santen grösstenteils zurückgebildet wird. Die Leichtigkeit, mit der die Chlorwasserstoffabspaltung schon durch kaltes Anilin bewirkt wird, deutet darauf hin, dass wenigstens das Chloratom, wahrscheinlich auch das austretende Wasserstoffatom, an tertiär gebundenen Kohlenstoffatomen gelegen sind. Diesem Befunde nach, wie auch aus der grünen bzw. blauen Farbe des Nitrosochlorids und des Nitrosits zu schliessen, würde also die doppelte Bindung in Santen die folgende Lage



einnehmen.

3. *Über das Santenhydrat* $C_9H_{15}.OH$.

Es wurde die von *Wallach* entdeckte schöne Methode [1]), mittels 2-proz. Kalilauge Halogenatome in den Terpenverbindungen gegen Hydroxyl auszutauschen, angewandt. Es zeigte sich, dass die von mir früher gebrauchte Modifikation dieser Methode [2]), das noch mildere Kalkhydrat anzuwenden, welche mich zur Entdeckung des *Kampfenhydrats*

[1]) Ann. d. Chem. *350,* 141 (1907).

[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *41,* 1092 (1908).

aus dem ebenfalls leicht zersetzlichen Kampfenhydrochlorid führte, auch hier die besten Resultate lieferte. Es entstand ein gut charakterisierter Alkohol, der sich mit dem Santenol als isomer zeigte.

Das aus 300 g Santen unter Zugabe von 30 g absolutem Äther mittels Chlorwasserstoffs dargestellte rohe Hydrochlorid, welches mit etwas Äther verflüssigt worden war, wurde mit einer Kalkmilch, welche aus 140 g (die doppelte molare Menge) reinem, gebranntem Kalk und 2,8 l Wasser bereitet worden war, bei 70—80° kräftig mit einem Motor gerührt. Als nach etwa 10-stündiger Bewegung durch eine kleine Probe konstatiert worden, dass die in Äther aufgenommene organische Substanz chlorfrei war, wurde mit Wasserdampf destilliert, wobei die grösste Menge in dem Kühler erstarrte. Das Produkt wurde mit etwas Äther wieder verflüssigt, mit $CaCl_2$ kurze Zeit getrocknet, und nach dem Verdampfen des Äthers bei gewöhnlichem Druck fraktioniert destilliert. Dabei wurden folgende Fraktionen erhalten:

125—139° (Äther enthaltend)	8,5	g
139—141°	7	»
141—150°	4	»
150—175°	1	»
175—182°	13	»
182—200°	236	»

Die letzte Fraktion, welche wie die bei 175—182° siedende fest wurde, ging fast vollständig bei 192° über, welche Temperatur also den Siedepunkt des neuen Alkohols darstellt.

Von der Fraktion 139—141° wurde das Nitrosit und das Nitrosochlorid dargestellt. Ersteres schmolz bei 125°, letzteres bei 110—111°. Die Konstanten der Fraktion waren: $\alpha_D = -0{,}22°$, $d\frac{15}{4} = 0{,}8714$, woraus $[\alpha]_D = -0{,}25°$, und $n = 1{,}46691$, woraus $MR = 38{,}86$. Es lag also wieder Santen vor, ein neuer Beweis für Tatsache, dass das Hydrochlorid aus dem Santen ohne Umlagerung entsteht.

Beim Umkrystallisieren des festen, bei 192° siedenden Alkohols aus Petroläther wurden Blätter erhalten, die bei 101° schmolzen. Aus verdünntem Alkohol werden lange gestreifte Nadeln vom Schmelzpunkt 101—102° erhalten; dieses Lösungsmittel giebt also ein reineres Produkt. Die Analyse ergab folgende Zahlen:

0,1118 g Substanz gaben 0,3156 g CO_2 und 0,1139 g H_2O;
0,1513 g » » 0,4274 g » » 0,1543 g »

Berechnet für $C_9H_{16}O$:	Gefunden	
77,16 %	76,99 %;	77,04 %
11,42 »	11,32 »	11,33 »

Es lag also ein Alkohol $C_9H_{15}.OH$ vor, der seiner tertiären Natur wegen *Santenhydrat* genannt wurde. Derselbe roch eigentümlich pilzartig, wie Nonylalkohol, und war etwas rechts drehend. Eine 10-prozentige absolut-alkoholische Lösung ($d\frac{20}{4} = 0,8090$) drehte $\alpha_D = +0,04°$, woraus $[\alpha]_D = +0,49°$.

Oxydation des Santenhydrats mit Kaliumpermanganat. Der Alkohol zeigte sich gegen sodaalkalischer Kaliumpermanganatlösung beständig und war folglich gesättigt. Um die Produkte einer längeren Einwirkung festzustellen, wurden 5 g Santenhydrat mit einer 5 % Lösung, welche 15 g Kaliumpermanganet enthielt, 12 Stunden bei gewönlicher Temperatur fleissig durchgerührt. Nach dem Abfärben mit schwefligsamem Alkali wurde filtriert, die Lösung zu einem kleineren Volumen eingedampft, angesäuert und mit Äther ausgeschüttelt. Im Rückstande der Ätherlösung wurde nur Oxalsäure aufgefunden. Als dann der Manganschlamm mit Wasserdampf destillert wurde, ging ziemlich viel eines festen Körpers über, der getrocknet bei 100° schmolz und aus dem Ausgangsmaterial bestand. Es war also ein Teil desselben bis zur Oxalsäure abgebaut, der grösste Teil aber unverändert geblieben.

Die Oxydation des Santenhydrats mit Chromsäure in essigsaurer Lösung. 10 g des Alkohols wurden in 30 g Eis-

essig gelöst und in die Lösung 5,5 g (etwas mehr als die einem Atom Sauerstoff entsprechende Menge) in Eisessig gelösten Chromtrioxyds allmählich eingeführt. Die Lösung erwärmte sich wenig, und beim Erhitzen auf dem Wasserbade wurde sie allmählich grün. Nachher wurde die Lösung mit Wasser verdünnt, mit Soda neutralisiert und mit Äther ausgeschüttelt. Nach dem Verdunsten der mit Natriumsulfat getrockneten Lösung wurde destilliert; dabei wurden folgende Fraktionen erhalten:

40—50°	1,5 g	roch ätherhaltig
50—100°	0,1 »	roch ätherhaltig
100—146°	1,5 »	
146—150°	0,5 »	
150—200°	0,5 »	
200—220°	0,1 »	
Rückstand	1,5 »	

Der Alkohol war also teils zu Santen gespalten, teils verharzt worden. Auch dieses Ergebniss deutet auf die tertiäre Natur Santenhydrats.

Einwirkung von Eisessig auf Santenhydrat. Nun wurde versucht, den Alkohol mit Eisessig allein zu erhitzen, und zwar liess man die Einwirkung zwei Stunden auf dem Wasserbade dauern. Nach der Isolierung des Produktes in der im vorigen Versuch angegebenen Weise, wurden folgende Fraktionen beim Destillieren erhalten:

50—135°	3,5 g	(ätherhaltig).
135—150°	4 »	
150—170°	1 »	
170—190°	1 »	

Schon bei der milden Einwirkung des Eisessigs war also das Santenhydrat grösstenteils in Santen und Wasser zersetzt worden.

Einwirkung von 10-prozentiger Oxalsäure auf Santenhydrat. 10 g Santenhydrat wurden mit 20 ccm der Oxal-

säurelösung 10 Stunden unter fleissigem Umschütteln auf dem Wasserbade erhitzt. Das auf der Oberfläche schwimmende Öl wurde separiert, mit Sodalösung und Wasser gewaschen, getrocknet und destilliert. Folgende Fraktionen wurden erhalten:

135—138	1 g
138—141°	4 »
über 141°	3 »

Von der Fraktion 138—141° wurde das Nitrosit und das Nitrochlorid dargestellt, die bei 124—125° bzw. 108° schmolzen.

Die fysikalischen Konstanten derselben Fraktion varen: $d\frac{15}{4} = 0{,}8684$, $\alpha_D = -0{,}12°$ und $n = 1{,}46878$, woraus $[\alpha]_D = -0{,}14°$ und $MR = 39{,}15$.

Die letzten Versuche zeigen, dass das Santenhydrat schon durch Erwärmen mit Essigsäure und Schütteln mit 10-prozentiger warmer Oxalsäurelösung grösstenteils bezw. fast vollständig in Santen und Wasser zerfällt. Daraus geht hervor, dass *dieser Alkohol ein tertiär gebundenes Hydroxyl enthält.*

4. *Versuche mit Santenol.*

Dieser von mir früher [1]) erhaltene Alkohol (vergl. Einleitung) war aus seinem Acetat, welches nach der Reaktion von Bertram und Wahlbaum aus Santen entsteht, dargestellt worden. Eine grössere Menge davon stand mir jetzt zur Verfügung. Sie siedete konstant bei 195—196 und stellte eine eigentümlich riechende Krystallmasse dar, welche roh bei 80—81° schmolz. Daraus wurden durch Umkrystallisieren aus Ligroin unter grossem Substanzverlust grosse

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *40*, 4922 (1907).

Prismen oder Blätter, welche bei 97—98° schmolzen, erhalten. SEMMLER und BARTELT [1]) geben für ihr π-Norborneol, dessen Formiat durch Kochen von Teresantalsäure mit Ameisensäure entsteht und welches später [2]) als mit dem Santenol identisch erklärt wurde, den Schmelzpunkt 68—70° und den Siedepunkt 87—88° bei 9 mm an. Sie betrachten es als ein Gemenge von Isomeren.

Bei erneuter Darstellung von Santenol aus Santen nach BERTRAM wurde besonders auf die Aktivität der Präparate geachtet. Aus dem Hauptpräparat des Santens, dessen fraktionierte Destillation oben (S. 3 ff.) beschrieben worden ist, wurden 100 g mit 250 g Eisessig und 10 g 50-prozentiger Schwefelsäure im Wasserbade bei etwa 60° erhitzt. Das wie üblich gereinigte Öl ergab bei der Destillation in Vakuum (6 mm) folgende Fraktionen:

1)	bis 89°	2 g
2)	89—91°	96 »
3)	91—94°	20 »
4)	94—101°	5 »

Die Konstanten der beiden Hauptfraktionen waren:

Fraktion	$d\frac{20}{4}$	α_D	$[\alpha]_D$	n	MR	MR (ber.)
2)	0,9842	+ 0,08°	+ 0,08	1,45938	50,51	50,40
3)	0,9872	+ 1,00°	+ 1,02	1,45998	50,93	„

Das aus der Hauptfraktion 2) durch Verseifung erhaltene Santenol (Fp. roh 80—81°) siedete bei 195—196° und zeigte in 10-prozentiger absolut alkoholischer Lösung (Dichte der Lösung $d\frac{20}{4} = 0{,}8079$) die Drehung $\alpha_D = -0{,}04$, woraus sich $[\alpha]_D = -0{,}50°$ berechnet.

[1]) Ibid. *40*, 4467 (1907).
[2]) Ibid. *41*, 130 (1908).

Ein aus einem älteren Santenpräparat (die Konstanten dafür selbst sind S. 7 angegeben) früher dargestelltes Acetat sowie das daraus erhaltene Santenol zeigten folgende Konstanten (für das Santenol, welches wieder roh bei 80—81° schmolz, beziehen sich die Bestimmungen auf die 10-prozentige absolut-alkoholische Lösung):

	$d\frac{20}{4}$	α_D	$[\alpha]_D$	n	MR
Acetat . . .	0,9844	+0,21°	+0,21°	1,45968	50,65
Santenol . .	0,8074	−0,15°	−1,86°	—	—

Ausserdem sei erwähnt, dass ich bei Santenolpräparaten aus Fichtennadelöl-Santen in 10-proz. alkoholischer Lösung sogar $\alpha_D = +0{,}64°$ erhalten wurde, woraus sich, bei $d\frac{20}{4} = 0{,}8072$ der Lösung, $[\alpha]_D$ auf $+7{,}93°$ berechnet.

Valeriansäureester des Santenols, $C_9H_{15}.O.C_5H_9O$. Um die *Bertram*sche Reaktion auf das Santen auch mit einer anderen Fettsäure zu prüfen, wurden 10 g Isovaleriansäure des Handels, 6,5 g des S. 3 ff. beschriebenen Santens und 1 g 50-proz. Schwefelsäure 2 Stunden im Wasserbade bei 70° erwärmt. Die Untersuchung ergab jedoch, dass nur etwa 0,5 g eines bei 11 mm Druck siedenden, esterartig riechenden Öles entstanden waren.

Bei einem zweiten Versuch wurden die obigen Mengen Santen und Valeriansäure mit 4 bis 5 erbsengrosser Stückchen Zinkchlorid 4 Wochen lang stehen gelassen, davon anderthalb Wochen auf einer schwach erwärmten Stelle (Temp. c:a 30—35). Dabei wurde die Flüssigkeit dunkler und dickflüssiger und ein angenehmer Estergeruch trat auf; gleichzeitig löste sich das Zinkchlorid auf. Die Flüssigkeit wurde mit Wasser mehrmals umgeschüttelt und mit Sodalösung und Wasser gut ausgewaschen. Die mit Äther abgeschiedene Verbindung wurde in Vakuum (5 mm) destilliert:

Bis 90°		1,2 g
90—116°		1,1 »
116—118°		5,9 » (Siedep. des Haupteiles 117°)
118—124°		1,4 »
124—134°	c:a	1,0 »

Die Fraktion 116—117° wurde analysiert:

0,2265 g Substanz gaben 0,6235 g CO_2 und 0,2208 g H_2O.

Berechnet für $C_{14}H_{24}O_2$:		Gefunden:
C	75,00 %	75,06 %
H	10,72 »	10,83 »

Die Konstanten des Esters waren: $d\frac{20}{4} = 0,9503$, $\alpha_D = +1,12°$, woraus $[\alpha]_D = +1,18°$; $n = 1,45778$, woraus MR gef. = 64,34, berechnet 64,21.

Einwirkung von 10-proz. Oxalsäurelösung auf Santenol. Dieser Versuch wurde vorgenommen, um den Unterschied im chemischen Verhalten zwischen dem Santenol und dem Santenhydrat festzustellen (vergl. S. 12).

Es zeigte sich zunächst, dass wenn man 10 g Santenol mit 20 ccm der Oxalsäurelösung auf dem Wasserbade unter häufigem Umschütteln erwärmte — also unter Umständen, bei denen das Santenhydrat fast vollständig zerlegt wurde — keine Einwirkung zu bemerken war. Darnach wurde 10 Stunden lang unter Rückflusskühler gekocht. Das wie üblich isolierte Präparat wurde dann in folgenden Fraktionen zerlegt:

135—138°	0,2 g
138—141°	0,3 »
141—151°	1,5 »
151—185°	1,4 »
185—193°	2,4 »
fester Rückstand	0,5 »
	6,3 g

Hieraus ist ersichtlich, dass auch das rohe Santenol — aber erst beim längeren Kochen mit der Oxalsäurelösung — zum kleineren Teil in Santen und Wasser zerlegt wird, während der grösste Teil unverändert bleibt.

Wahrscheinlich ist dies darauf zurückzuführen, dass ein Bestandteil des Gemenges, woraus das rohe Santenol besteht, zerlegt wird, der Hauptanteil nicht. Ob dies nun darauf beruht, dass das rohe Santenol kleinere Mengen von Santenhydrat enthält, bleibt unentschieden [1]).

5. *Über das Santenon und die Santensäure.*

In meiner mehrfach citierten ersten Mitteilung über das Santen wurde erwähnt, dass das Santenol bei der Oxydation mit Chromsäure in Eisessiglösung ein z T. öliges Keton liefert, dessen feste Teil bei 48—49° [2]) schmilzt und das ein in Alkohol sehr schwer lösliches Semikarbazon von Fp. 225—226 liefert. SEMMLER und BARTELT beschreiben [3]) ein durch Oxydation des sogen. π-Norborneols erhaltenes Keton, das nach ihnen mit unserem Santenon identisch sein soll, ebenfalls als ein halbflüssiges Gemenge vom Siedep. 75—76 bei 9 mm und von Schmelzp. c:a 30 . Sowohl das Oxim, wie die Benzyliden- und Oxymethylenverbindung werden als flüssig beschrieben.

[1]) Die Aufzeichnungen des Herrn Stud. *A. Talvia,* welcher schon vor anderthalb Jahren mit der Ausführung dieses Versuchs betraut war, enthält eine Beobachtung, die darauf hinzudeuten scheint. Er giebt nämlich an, dass die Fraktion 141—151° der obigen Fraktionierung ein Nitrosit und ein Nitrosochlorid vom Fp. 124° bzw. 110 gegeben hätte. Wenn diese Angabe richtig ist, was ich bei Gelegenheit kontrollieren werde, so würde daraus entweder obiges folgen, oder dass das Santenol, welches ich bisher als ein Gemisch zweier stereomeren sekundären Alkohole aufgefasst habe, auch durch Wasserabspaltung in Santen übergeht, wie dies *Semmler* und *Bartelt* über das entsprechende Chlorid verwirklicht haben (Ber. d. deutsch. chem. Ges. *41,* 128), obwohl ich den Identitätsnachweis des erhaltenen Kohlenwasserstoffs mit Santen nicht als genügend betrachte.

[2]) Die frühere Angabe (Ber. d. deutsch. chem. Ges. *40,* 4923) beruht auf einen Druckfehler.

[3]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *40,* 4467 (1907).

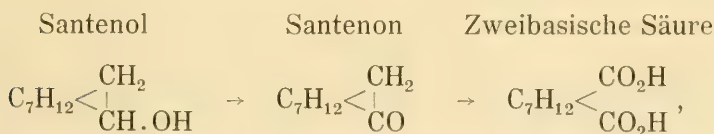
Seitdem ist das Keton von mir in grösserer Menge dargestellt worden, und seine Eigenschaften konnten daher genauer untersucht werden.

Als roh schmilzt das Keton nach dem Abfiltrieren und Streichen auf Ton bei 45 , nach dem Umkrystallisieren aus Petroläther, woraus es in Schnee-ähnlichen Krystallen herauskommt, bei 50—52 . Der Siedepunkt unter 770 mm liegt bei 196,5—197°.

1 g dieses Ketons gab, beim Auflösen in 5 g Alkohol und Versetzen mit einer Auflösung von 1 g Semikarbazid-hydrochlorid und 1 g Kaliumacetat in 2 g Wasser, sogleich ein Semikarbazon, der aus Alkohol umkrystallisiert bei 228—229° schmolz.

Ferner wurde festgestellt, dass auch das Santen bei der Oxydation mit Natriumchromat und Schwefelsäure, wahrscheinlich unter intermediärer Bildung von Santenol, Santenon liefert. Beim Destillieren des mit Äther aufgenommenen Oxydationsproduktes wurde eine bei 150—190 siedende Fraktion erhalten, woraus mittels Semikarbazids das in heissem Alkohol schwerlösliche Semikarbazon in den dicken, um ein gemeinsames Centrum angeordneten Prismen mit gerader Endenabstumpfung erhalten wurde, welche für das Santenonsemikarbazon charakteristisch sind und die nach vorherigem Sintern bei 226° schmelzen.

Oxydation des Santenons. Um einen Einblick in der Konstitution des Santenols bzw. des daraus durch Oxydation enstehenden Santenons zu gewinnen, wurden Versuche begonnen, durch welche folgende Reihe von mit einander genetisch verknüpften Verbindungen entstehen könnten:



$$C_7H_{12}<\begin{matrix}CH_2\\ |\\ CH.OH\end{matrix} \rightarrow C_7H_{12}<\begin{matrix}CH_2\\ |\\ CO\end{matrix} \rightarrow C_7H_{12}<\begin{matrix}CO_2H\\ CO_2H\end{matrix},$$

für den Fall nämlich, dass der sekundären Alkoholgruppe im Santenol oder der Ketogruppe in Santenon eine CH_2-

Gruppe benachbart wäre. Für den sogenannten π-Norkampfer, welcher wie oben augegeben, nach SEMMLER und BARTELT [1]) mit meinem Santenon identisch sein sollte [2]), wurde dies schon durch die Darstellung der Oxymethylen- und der Benzylidenverbindung nachgewiesen. Ferner sind die Genannten durch Oxydation der Benzylidenverbindung in Acetonlösung zu einer zweibasischen Säure, $C_7H_{12}(CO_2H)_2$, gelangt, die sie π-Norkampfersäure nennen. Da man voraussetzen konnte, dass der genannte Oxydationsgang normal verlaufen war, hatte es ein besonderes Interesse nachzuweisen, ob auch Santenol bzw. Santenon die gleiche Säure giebt. Zunächst wurde das Santenon in alkalisch-wässriger Lösung mit Kaliumpermanganat oxydiert. Ich wandte dabei die von WALLACH [3]) für die Oxydation des Fenchokomphorons zu Apokampfersäure angewandte Methode an.

5 g festes, bei 50—52° schmelzendes Santenon wurden mit einer Lösung von 10 g Kali in 100 g Wasser in einer Pulverflasche mit 11,5 g in 400 g heissem Wasser gelöstem Kaliumpermanganat im Wasserbade unter fleissigem Rühren erwärmt. Da die Farbe schon nach etwa 20-Minuten verändert worden war, wurden weitere 5 g Permanganat zugesetzt und bei gewöhnlicher Temperatur gerührt. Als hierbei die rote Farbe nach weiteren $3^1/_2$ Stunden bestand, wurde sie mit etwas Alkohol zerstört, die Flüssigkeit filtriert, der Manganschlamm nochmals mit heissem Wasser ausgekocht und von neuem abfiltriert. Nachdem die gemischten Filtrate mit Kohlensäure gesättigt worden waren, wurden sie auf einem kleinen Volumen eingeengt, das nach längerem Stehen im Eisschrank abgeschiedene Kaliumkarbonat abfiltriert und die gebildete Säure mit verdünnter Schwefelsäure gefällt. Aus der Mutterlauge wurde noch eine weitere Menge der Säure erhalten. Beim Umkrystallisieren aus heissem Wasser wurden grosse, glänzende schiefe Blätter erhalten, die bei 170—171,5° schmolzen. Die Analyse ergab:

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *40*, 4467, (1907); *41*, 126 (1908).
[2]) Ibid. *41*, 139 (1908).
[3]) Ann. d. Chemie, *362* 184 (1908).

0,2162 g Substanz gaben 0,4616 g CO_2 und 0,1516 g H_2O;
0,1098 g » » 0,2336 g » » 0,0781 g »

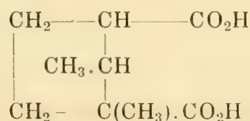
Berechnet für $C_9H_{14}O_4$:		Gefunden:	
C	58,06 %	58,23 %	58,02 %
H	7,53 »	7,79 »	7,90 »

Die Titrierung mit $\frac{n}{10}$ Kalilauge zeigte, dass eine zweibasische Säure vorlag:

0,0852 g Säure entsprachen 9,32 ccm der Lauge oder 0,05229 KOH, wogegen sich für diese Menge 0,0513 g KOH berechnet.

Ich nenne diese Säure *Santensäure* [1]. Sie besitzt fast gar keinen sauren Geschmack und ist in kaltem Wasser nur wenig löslich, ziemlich leicht in heissem. Auch in Äther ist sie schwerlöslich und krystallisiert daraus schön. Alkohol nimmt sie dagegen sehr leicht auf, aus der Lösung wird sie auf Zusatz von Wasser in kleinen Rhomboedern gefällt. Auch in kochendem Benzol ist die Santensäure ziemlich löslich, unlöslich dagegen in Petroläther.

[1]) Auch wenn sich diese Säure mit der oben erwähnten π-Norkampfersäure von *Semmler* und *Bartelt* identisch zeigen würde, was wegen den ziemlich abweichenden Schmelzpunkt des Anhydrids (siehe weiter unten) noch fraglich ist, so würde ich für sie jedoch nicht diesen Namen acceptieren können. Erstens ist die von den Genannten ihr erteite Konstitution



durch keine einzige experimentelle Tatsache, die sich auf die Umsetzungen der Säure gründen würde, sondern einzig und allein auf gewissen physikalischen Eigenschaften gestützt, wie Geruch, feste Konsistenz, die den damit genetisch verknüpften sogenannten π-Norkampfer bezw. dem π-Norborneol zukommen. Aber auch wenn sich diese Konstitution bewahrheiten würde, so ist der Name nicht glücklich gewählt.

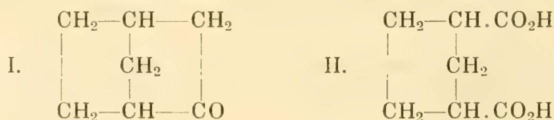
Die Alkalisalze und das Ammoniumsalz sind in Wasser leicht löslich. Die neutrale Lösung des letzteren Salzes giebt, mit Calciumchlorid versetzt, nach kurzem Erwärmen lange, zu Aggregaten zusammengewachsene Nadeln, die in einem Überschuss von kaltem Wasser schwerlöslich sind. Baryumchlorid giebt in ähnlicher Weise ein in Körnern krystallisierendes Salz; auch dieses ist in viel kaltem Wasser schwer aber vollständig löslich. Mit Kupfersulfat entsteht eine grünblaue gelatinöse Fällung, die von viel kaltem Wasser gelöst wird. Das Silbersalz ist eine weisse, krystallinische Fällung, das in kaltem Wasser sehr schwer löslich ist.

Das Anhydrid der Santensäure. Die Säure wurde mit Acetylchlorid übergossen und die Lösung, in derselben Weise wie früher [1]) für die Kampfersäuren, bei gewöhnlicher Temperatur stehen gelassen, wobei sie schnell in Lösung ging. Dann wurde bei gewöhnlicher Wärme verdunstet und die noch etwas feuchte, auf Ton getrocknete feste Masse in Aceton gelöst und mit Wasser ausgespritzt. Es wurden hierbei, sowie aus heissem Alkohol, grosse, durchsichtige quadratische Platten oder Säulen erhalten, die bei 115—116° schmolzen.

Von dem Anhydrid wurde die Säure durch Erwärmen mit verdünnte Kalilauge regeneriert. Die beim Ansäuern ausfallende Säure schmolz nach den Umkrystallisieren aus Wasser bei 170—171°.

Semmler und Bartelt [2]) haben für ihre π-Norkampfer-

Denn wenigstens bei den alicyklischen Verbindungen wird die Namensgebung in der Richtung entwickelt, dass man als Norverbindungen die ihren Seitenketten entkleideten Stammsubstanzen bezeichnet. Als Norkampfer wäre also der Körper I, als Norkampfersäure die nach der Formel II. zusammengesetzte Cyklopentandikarbonsäure-1, 3:



zu bezeichnen sein.

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *27*, 2001 (1894).

[2]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *41*, 126 (1908).

säure den Schmelzpunkt 170—171° und für das Anhydrid derselben, welches durch Kochen der Säure mit Acetanhydrid, Destillieren in Vakuum und Umkrystallisieren aus Alkohol entsteht, den Schmelzpunkt 107° angegeben. Für die Säure fällt also diese Konstante völlig mit der für unsere Säure zusammen, für das Anhydrid liegt sie nach ihnen 8—9° niedriger. Ich überlasse den genannten Autoren, diesen für einen Schmelzpunkt verhältnissmässig grossen Unterschied zu bestätigen bzw. aufzuklären und betrachte bis dahin die von ihnen dargestellte Säure mit der Santensäure als nicht identisch.

Der Umstand, dass der Schmelzpunkt des Anhydrids so beträchtlich (rund 55°) niedriger liegt, wie der der Santensäure, ist auffallend. Bei der Kampfersäure schmilzt das Anhydrid bekanntlich etwa 30° höher als die Säure. Bei der Apokampfersäure, die allgemein als ein niederes Homologe der Kampfersäure betrachtet wird, liegt der Schmelzpunkt des Anhydrids allerdings auch etwas niedriger (bei 177°) als der der cis-Säure (203—204°). Aber die wirkliche „Nor-Säure" des Kampfers, die cis-Cyklopentandikarbonsäure-1, 3, schmilzt wieder 40° niedriger (121,$_5$°) als ihr Anhydrid (161,$_5$°); bei der cis-Säure (Fp. 163°) der cyklohexandikarbonsäure-1, 3 ist auch das Anhydrid höher schmelzend (189°). Im allgemeinen darf man annehmen, dass die Schmelzpunkte der Anhydride *ringsubstituierter Glutarsäuren* höher liegen als die der entsprechenden cis-Säuren, sowie dass die Konstante bei den Anhydriden überhaupt hoch liegt.

Andere auffallende Eigenschaften des Santensäureanhydrids sind seine *Flüchtigkeit mit Wasserdämpfen, sowie der scharfe, an Senföl erinnernde Geruch*, der dabei verbreitet wird. Auch das trockne Anhydrid reitzt als feines Pulver sehr zum niessen. Diese Eigenschaften habe ich weder bei dem Kampfersäure- noch bei dem Apokampfersäureanhydrid beobachtet. Nur bei einer einzigen anderen Dikarbonsäure der Terpenreihe habe ich dasselbe, und auch da vereinigt mit einem auffallend niedrigen Schmelzpunkt des Anhydrids, nämlich bei der Isofenchokampfer-

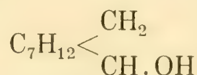
säure von WALACH[1]) konstatiert. Die inaktive Säure schmilzt nach meiner Beobachtung bei 175 bis 176°, ihr Anhydrid bei 95—96°. Letzteres schmilzt beim Erhitzen mit Wasser zunächst zu einem Öl, welches mit Wasser flüchtig ist und dabei senfölartig riecht.

Diese Übereinstimmung in den physikalischen Eigenschaften lässt vermuten, dass die Santensäure und die Isofenchokampfersäure einander besonders nah, wahrscheinlich im Verhältniss einer wirklichen Homologie, und jedenfalls viel näher stehen, als die Santensäure zu der gewöhnlichen Kampfersäure.

6. *Darstellung der Santensäure aus dem Santenol.*

Bei vielen der bisherigen Versuchen sowie bei sämmtlichen Analysen wurde ich von Herrn Stud. *A. Talvia* bestens unterstützt. Die folgenden experimentellen Ergebnisse mit zugehörigen Analysen sind unter Mitwirkung des Herrn Stud. *U. Nordlund* ausgeführt worden. Er hat sich dabei als einen genau arbeitenden und gewissenhaften Mitarabeiter gezeigt.

Da die Ueberführung des Santenols in Santenon mit erheblichen Verlusten verbunden war, so machte sich das Bedürfniss, die Santensäure direkt aus dem Alkohol darzustellen, fühlbar, was sich auch als experimentell durchführbar zeigte. Da dies mittels alkalischer Permanganatoxydation leicht gelang, so wurde dadurch andererseits nachgewiesen, dass auch das Santenol, welches ja sonst bei der sauren Oxydation zum Santenon eine Umlagerung erlitten haben konnte, eine Methylengruppe der sekundären Alkoholgruppe benachbart, im Sinne folgender Formel



$$C_7H_{12}<\begin{matrix}CH_2\\CH.OH\end{matrix}$$

[1]) Ann. d. Chemie *362*, 200 (1908).

enthält. Ausserdem war ein anderer Grund vorhanden, die Oxydation des leichter zugänglichen Santenols zu studieren. Bei der Verarbeitung grösserer Mengen von Santenol auf Santensäure hatten sich nämlich teils die Ausbeuten an der Säure beträchtlich verringert, teils erhielt man, und besonders wenn die Permanganat-Oxydation zur Erhöhung der Ausbeuten bei gewöhnlicher Temperater ausgeführt wurden, eine Säure die viel niedriger, unter 160 und zuweilen sogar unter 150° schmolz. Sie war offenbar mit irgend einer anderen Säure verunreinigt, die sich durch Umkrystallisieren nicht entfernen liess.

Zunächst wandte ich auch Salpetersäure als Oxydationsmittel an, und zwar in zwei Konzentrationen von der Dichte $1{,}_3$ bezw. $1{,}_2$. Bei der Verarbeitung des Oxydationsproduktes wurde als Hauptprodukt ein dicker Syrup von in Wasser teilweise leicht löslichen Körpern erhalten, unter denen auch stickstoffhaltige Körper zu finden waren. Mit einer Salpetersäure von der Dichte $1{,}_2$ wurde bei vorsichtigen Arbeiten auch Santensäure in kleiner Menge erhalten. Sie war aber niedriger schmelzend (etwa bei 160—162°); in der später zu erwähnenden Weise gereinigt, wurde daraus aber reine Säure vom Fp. 170—$171{,}_5$ herausgeholt.

Immerhin kehrte man, wegen der ungenügenden Ausbeute, zu der Permanganat-oxydation zurück. Auch hierbei zeigte es sich, dass die Säure beim Verarbeiten kleinerer Mengen, wie 10 g, oft reiner (Fp. der Rohsäure 167—$168{,}_5$) war, während die Oxydation von 50 g Santenol rohe Säuren lieferte, welche z. T. niedriger z. B. bei 162—163 schmolzen. Schliesslich wurde ein Kunstgriff entdeckt, welcher die Reinigung ermöglichte. Ich gebe zunächst das Verfahren zur

Oxydation des Santenols an, wie es aus einer grösseren Anzahl von Versuchen hervorgegangen ist. Als Rohmaterial wurde rohes Santenol angewandt, wie es von dem Acetat (aus Santen nach den *Bertram*'schen Verfahren dargestellt) durch Verseifen und Destillation des Rohproduktes erhalten worden war (Siedep. 195—197°, Fp. 80—81°).

50 g desselben wurden fein gepulvert in eine Lösung von 100 g Kali in 1 l warmem Wasser eingetragen, dazu eine heisse Lösung von 152,5 g (die theoretische Menge) Kaliumpermanganat in 5 l Wasser gegeben und mit einem Motor stark gerührt. Nachdem die rote Farbe nach etwa $^1/_4$ Stunde verschwunden war, wurde erkalten gelassen und weitere 50 g in Wasser aufgelösten Permanganat zugegeben, worauf bei gewöhnlicher Temperatur gerührt wurde. Da die Lösung noch $3^1/_3$ Stunden noch gefärbt war, wurde sie mit etwas Alkohol entfärbt. Nach dem Absaugen des Manganschlammes wurde letzteres, in Wasser verteilt, in einem Kolben mit Wasserdampf einige Zeit behandelt, um die daran hängenden organischen Säuren aufzulösen, und wieder an dem Stutzen abgesaugt. Die vereinigten Filtrate wurden mit konz. Salzsäure schwach angesäuert, mit einigen Tropfen Kalilauge wieder alkalisiert, und dann, zuletzt auf dem Wasserbade, auf c:a $^1/_2$ l eingeengt. Aus der kalt gewordenen Lösung schied sich Kaliumchlorid ab, welches abfiltriert wurde. Zum Filtrat wurde Salzsäure zu schwach saurem Geschmack gegeben. Die Masse liess man 2 Stunden stehen, die ausgeschiedene Säure wurde abgesaugt und mit wenig Wasser gewaschen. Sie wog roh nach dem Trocknen gewöhnlich etwa 50 g. Da der unoxydierte bzw. nur zum Santenon oxydierte Teil des Alkohols, und auch die in der Mutterlauge aufgelöste Santensäuremenge nur unbedeutend sind, so lohnt sich eine Arbeit in diesen Richtungen nicht. Dagegen enthält die Mutterlauge nicht unbeträchtliche Mengen von leichter löslichen Säuren, über deren Untersuchung weiter unten geredet werden soll.

Die Reinigung der rohen Santensäure. Der niedrige Schmelzpunkt derselben machte die Ausarbeitung eines effektiven Reinigungsverfahrens ganz notwendig. Zuerst wurde versucht, kochendes Benzol (1 : 2) anzuwenden, wodurch in der Tat ein kleiner Teil sehr reiner Säure (Fp. 170,5—171,5°) nach Umkrystallisieren aus Wasser erhalten wurde, der grösste Teil blieb jedoch in dem Benzol gelöst und wurde daraus in zwei Fraktionen von 164—166° bezw. 125—150° erhalten.

Auch die Verwandlung der Säure durch langsame Destillation in ihr Anhydrid wurde versucht, zur Reinigung der Säure auszunützen. Das Anhydrid wurde dabei auch erhalten, es war aber immer durch mitdestillierte Säure verunreinigt.

Nach vielen Versuchen wurde schliesslich gefunden, dass man die Reinigung unter Umkrystallisieren aus Wasser völlig effektiv machen konnte, wenn man die aus der heissen Lösung der Rohsäure (Fp. etwa 160) abgeschiedenen Krystalle bei 40 schnell unter Absaugen filtrierte, mit Wasser abwusch und nochmals aus heissem Wasser umkrystallisierte; diesmal liess man die Lösung völlig erkalten. In dieser Weise erhielt man aus ursprünglichen 50 g Santenol gewöhnlich 35 g ganz reiner Säure, die sich in grossen schief rhomboedrischen Blättchen vom Schmelzpunkt 170,$_5$—171,$_5$° abschied.

7. *Isosantensäure.*

Die rohe Santensäure zeigt, wie erwähnt, einen niedrigen Schmelzpunkt, weil derselben eine zweite feste Säure beigemengt ist. Es wurde versucht, dieselbe zu isolieren, was auch schliesslich gelang, und zwar zunächst unter Anwendung derjenigen Extrakte, welche beim Ausschütteln der Mutterlaugen, die bei der ersten Ausfällung der Santensäure abfiltriert worden, mit Äther enstanden waren.

Beim Verdunsten des Äthers blieb ein gelbbrauner Rückstand zurück, der beim Ausrühren mit wenig Wasser allmählich breiartig krystallisierte. Es wurde Ammoniak tropfenweise zugegeben, bis der ölige Teil (Fettsäuren?) aufgelöst worden war. Der feinkörnige Rückstand, welcher zwischen 125 und 160 sich verflüssigte, zeigte unter dem Mikroskop eine Menge schief abgestumpfter lanzettförmiger Krystalle einer neuen Säure. Nebenbei waren die grossen Blätter der Santensäure zu sehen. Durch Umkrystallisieren liess sich indess die Trennung beider nicht durchführen. Erst aus der mit Ammoniak erzeugten, von diesen

Krystallen abfiltrierten Mutterlauge gelang dies einigermassen vollständig.

Auf Zusatz von Salzsäure dazu wurde viel öliger Säuren abgeschieden, die wieder in Äther aufgenommen wurden, worauf der auf Zusatz von Wasser teilweise erstarrte Rückstand wieder in der obigen Weise mit Ammoniak behandelt wurde. Die nunmehr verbleibende Krystallmasse war in heissem Wasser viel leichter löslich als die Santensäure; beim Erkalten schieden sich nur die genannten schmalen, lanzettförmigen Blätter aus. Der Schmelzpunkt lag bei 121—123° und erhöhte sich beim Umkrystallisieren nicht weiter. Folgende Analysresultate sind erhalten worden:

0,1558 g Substanz gaben 0,3321 g CO_2 und 0,1075 g H_2O;
0,1459 g » » 0,3093 g » » 0,1009 g » .

Berechnet für $C_9H_{14}O_4$:		Gefunden:	
C	58,06 %	58,13 %	57,82 %
H	7,53 »	7,67 »	7,68 »

Die Titrierung ergab folgendes:

0,0969 g Säure entsprachen 0,0577 g KOH, statt berechneter 0,0582 g Kali.

Darnach ist die Säure zweibasisch und mit der Santensäure isomer. Sie wird bis auf weiteres *Isosantensäure* genannt.

Die Abscheidungen aus den warmen Mutterlaugen beim Umkrystallisieren der Santensäure enthielten allem Anschein nach auch die Isosantensäure. Da es sich gezeigt hatte, dass die Isosantensäure mit Acetylchlorid kein Anhydrid bildet, wurde die Trennung in der von mir bei den Kampfersäuren [1]) ausgearbeiteten Weise versucht. Die nach dem Stehen mit überschüssigen Acetylchlorid gewonnene Lösung wurde bei gewöhnlicher Wärme völlig verdunstet, die Masse

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *27,* 2001 (1894).

mit verd. Sodalösung in der Kälte schnell gerieben, das Anhydrid der Santensäure abfiltriert und die Lösung angesäuert. Die dabei entstandene Säure fing bei etwa 120° zu sintern an, war aber erst bei etwa 130° völlig geschmolzen. Wahrschinleich war von der Sodalösung etwas Santensäure aus dem Anhydrid ausgelöst und beigemischt worden. Hoffentlich wird das Verfahren beim Erneuern desselben völlig gelingen. Dabei wird auch eine weitere Untersuchung der Isosantensäure erfolgen. Möglicherweise liegt in ihr die geometrisch isomere Form der Santensäure vor.

Die Isosantensäure schmeckt deutlich sauer. Sie ist in kaltem Wasser etwas, leicht in kochendem löslich. Mit Äther zerfliesst sie, so auch mit wenig Alkohol, jedoch wird sie aus dem letzteren auf Zusatz von viel Wasser krystallinisch abgeschieden. Benzol nimmt etwas davon beim Kochen auf, in Ligroin ist die Säure unlöslich.

Die neutrale Lösung des Ammonsalzes wird von Calciumchlorid und Baryumchlorid nicht gefällt [1]), jedoch ist das Baryumsalz aus der konzentrierten Lösung abschiedbar. Mit Kupfersulfat wird eine grünblane Fällung erhalten, die in viel kaltem Wasser löslich ist. Mit Silbernitrat entsteht ein weisser, lichtbeständiger, körniger Niederschlag, der aus heissem Wasser in feinen Krystallaggregaten krystallisiert.

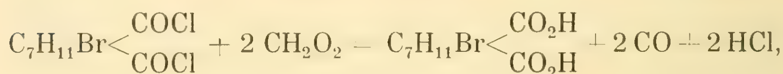
8. *Die α-Bromsantensäre.*

Wie die meisten zweibasischen Säuren, welche α-gelegenen Wasserstoff enthalten, lässt sich auch die Santensäure, wie vorläufige Versuche in geschlossenen Röhren gezeigt hatten, bromieren, nachdem sie mit der berechneten Menge Phosphorpentachlorid in ein Gemenge von Säurechlorid und Phosphoroxychlorid verwandelt worden ist. Später wurde in offenem Gefäss gearbeitet.

Zu dem Ende wurden 25 g in Vakuum getrockneter Santensäure mit zwei Molen Phosphorpentachlorid (28 g) in

[1]) Vielleicht lässt sich die Isosantensäure von der Santensäure über das leichter lösliche Calciumsalz trennen.

einer grösseren, mit Rückfluss versehenen Kolben gebracht, und nachdem die Reaktion, schliesslich unter gelindem Erwärmen, zu Ende gebracht worden, erkalten gelassen, 24,5 g (die theoretische Menge — 3 g) trocknen Broms eingeführt, der Ende des Kühlers mit einem Chlorcalciumrohr versehen, und dann auf kochendem Wasserbade bei sehr kleiner Öffnung (etwa 3 cm Durchmesser) erhitzt, bis die Farbe des Broms für eine gelbe Platz gegeben hatte. Nach dem Erkalten wurde der Inhalt auf viel Eis in einer geräumigen Flasche gegossen und damit umgeschüttelt, bis der Geruch des Phosphoroxychlorids verschwunden war. Dabei muss noch am Ende Eis vorhanden sein. Dann giebt man vom reinen Äther unter Umschütteln so viel hinzu, dass das schwere bromierte Chlorid an die Oberfläche steigt, separiert, wäscht zweimal mit Wasser, filtriert den Äther von einem darin befindlichen schwerlöslichen, krystallinischen, indifferenten Stoff (siehe weiter unten) und trocknet mit Chlorcalcium. Nach dem Verdunsten des Äthers bei möglichst niedriger Temperatur bleibt das bromierte Chlorid als dickes, gelbes Öl zurück, das ungefähr 25 g wiegt. Es wird mit etwa 2 Vol. konz. Ameisensäure des Handels (95 %) vermischt und einige Tage bei gewöhnlicher, oder noch besser, bei etwas erhöhter Zimmertemperatur stehen gelassen. Erwärmen auf dem Wasserbade giebt ein dunkleres, unreineres Produkt. Die Ameisensäure wirkt beim Stehen in folgender Weise ein:



$$C_7H_{11}Br<\begin{matrix}COCl\\COCl\end{matrix} + 2\,CH_2O_2 = C_7H_{11}Br<\begin{matrix}CO_2H\\CO_2H\end{matrix} + 2\,CO + 2\,HCl,$$

und die α-Bromsantensäure scheidet sich allmählich in lichtgelben Krystallkrusten ab, die an der Pumpe abfiltriert und mit Ameisensäure gewaschen werden. Bei gelungener Operation schmilzt die Rohsäure bei 187,5—189°. Beim Umkrystallisieren aus heisser Ameisensäure steigt der Schmelzpunkt auf 191,5—193°, welcher der reinen Säure eigen ist. Die Analyse ergab:

0,1400 g Substanz gaben 0,0989 g AgBr;

Berechnet für $C_9H_{13}BrO_4$:	Gefunden:
Br 30,19 %	30,06 %

Beim Verdunsten der Mutterlaugen der rohen bromierten Säure bei gewöhnlichen Temperatur blieben nicht unbeträchtliche Mengen eines rotgelben festen Körpers zurück, der mit etwas öliger Substanz verunreinigt war. Durch einmaliges Umkrystallisieren wurden Krystalle erhalten die bei 122—125 schmolzen. Der Körper war noch nicht rein; derselbe soll später näher untersucht werden.

Das zweite, zuerst erwähnte feste *Nebenprodukt der Bromierung*, welche bei der Behandlung des bromierten Chlorides mit Eiswasser in dem Äther suspendiert blieb, ist in Ameisensäure leicht, in Äther schwer, in Benzol etwas leichter löslich. Aus kochendem Benzol scheidet es sich auf Zusatz von Äther in Nadeln aus, die bei 151—151,5 schmelzen.

Dieser Körper, welcher bromhaltig ist, zeigt das Verhalten eines Anhydrides, indem es in kalter Sodalösung unlöslich, in warmer dagegen löslich ist. Beim Erkalten wird aus der Lösung eine halogenhaltige Säure gefällt. Auch in heissem Wasser löst sich die Substanz, obwohl schwierig auf.

Wahrscheinlich liegt in der Substanz das Anhydrid der α-Bromsantensäure oder einer damit isomeren (stereomeren) Säure vor, welches Anhydrid ähnlich wie das α-Bromkampfersäureanhydrid [1]) beim Zerlegen des entsprechenden bromierter Chlorides entsteht. Es war jedoch, trotz dem ganz einheitlichen Habitus der gut ausgebildeten Krystalle unmöglich, den entsprechenden vollen Bromgehalt bei der Analyse nachzuweisen. Folgende Bestimmungen wurden bei verschiedenen Darstellungen gemacht:

[1]) *Aschan*, Ber. d. deutsch. chem. Ges. *27*, 2116, 3305 (1894).

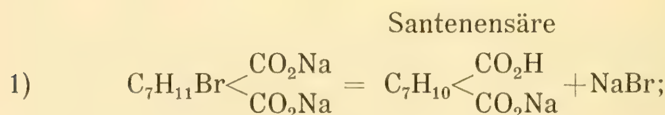
0,1468 g Substanz gaben 0,1071 g AgBr;
0,1504 g » » 0,1090 g »
0,1628 g » » 0,1147 g »

Berechnet für $C_9H_{11}BrO_3$:	Gefunden:
Br 32,39 %	31,05 %; 30,84 %; 29,99 %.

Trotzdem glaube ich dass hier das Anhydrid vorliegt, obwohl es entweder gegen die Feuchtigkeit der Luft sehr empfindlich oder von einer nicht zu entfernenden Verunreinigung begleitet ist.

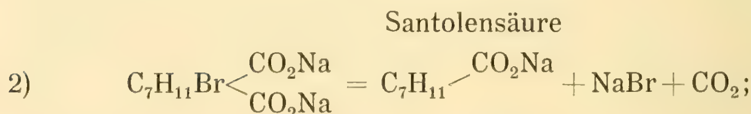
9. *Die Santenensäure (Dehydrosantensäure)*, $C_9H_{12}O_4$.

Die α-Bromsantensäure löst sich leicht in Sodalösung. Wird die Lösung erwärmt, so findet eine Umsetzung statt, und zwar in vier Richtungen, welche durch folgende Gleichungen veranschaulicht werden:



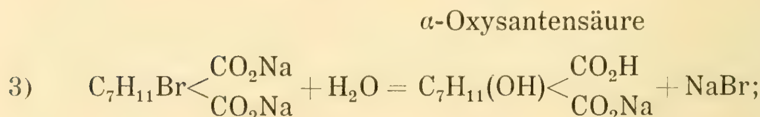
Santenensäre

1) $C_7H_{11}Br<\begin{matrix}CO_2Na\\CO_2Na\end{matrix} = C_7H_{10}<\begin{matrix}CO_2H\\CO_2Na\end{matrix} + NaBr;$



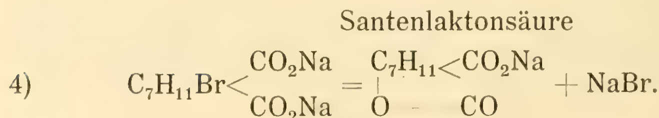
Santolensäure

2) $C_7H_{11}Br<\begin{matrix}CO_2Na\\CO_2Na\end{matrix} = C_7H_{11}-CO_2Na + NaBr + CO_2;$



α-Oxysantensäure

3) $C_7H_{11}Br<\begin{matrix}CO_2Na\\CO_2Na\end{matrix} + H_2O = C_7H_{11}(OH)<\begin{matrix}CO_2H\\CO_2Na\end{matrix} + NaBr;$



Santenlaktonsäure

4) $C_7H_{11}Br<\begin{matrix}CO_2Na\\CO_2Na\end{matrix} = \begin{matrix}C_7H_{11}<CO_2Na\\ | \qquad \quad \\ O - CO\end{matrix} + NaBr.$

Nach 1) entsteht die entsprechende, um 2 Atome Wasserstoff ärmere Säure, die ich als Santenensäure bezeichnen

möchte. Nach 2) tritt eine ungesättigte, einbasische Säure, die Santolensäure, auf, welche der Lauronolsäure in der Gruppe der Kampfersäuren entspricht. Nach der Gleichung 3) würde das Bromatom durch Hydroxyl ersetzt, wobei die normale α-Oxysantensäure gebildet sein würde. Nach der Gleichung 4) würde schliesslich, statt der Oxysäure, ihre Laktonsäure entstehen, die wieder der Kamphansäure entspricht.

Beim Erhitzen der Lösung der α-Bromsantensäure in Soda geht die Hauptreaktion nach der Gleichung 1) von statten. Die Reaktionen 2) und 3) treten beide, aber ganz untergeordnet auf. Reaktion 4) scheint sich, soweit dies bisher beobachtet werden konnte, neben 3) ausspielen, da die Oxysäure, einer Titrierung nach zu beurteilen, mit der Laktonsäure gemengt erhalten wurde.

Zur Ausführung der Reaktion wurden 3,26 g (1 Mol.) α-Bromsantensäure in einer 2,69 g (2 Mol.) wasserfreier Soda enthaltenden Lösung aufgelöst, die Lösung mit Äther ausgeschüttelt und nach dem Filtrieren 2 Stunden auf kochendem Wasserbade erhitzt. Die Lösung wurde filtriert, etwas eingeengt, noch heiss mit etwa 3,75 g (2 Mol.) Salzsäure ($d = 1{,}19$) versetzt, und nachher mit Wasserdampf, um die ungesättigte einbasische Säure zu entfernen, destilliert, bis das Destillat nicht mehr sauer reagierte; die Isolierung der Säure vom Destillate wird unten erwähnt. Als nunmehr zu der im Destillationsgefäss gebliebenen Lösung mehr Salzsäure gegeben wurde, so krystallisierte beim Erhalten der Lösung eine Säure aus, welche sich als ungesättigt gegen sodaalkalischer Kaliumpermanganatlösung zeigte. Aus heissem Wasser krystallisierte sie in grossen, stark glänzenden sechsseitigen Blättchen vom Schmelzpunkt 168,5 bis 169,5. Die Analyse ergab:

0,1513 g Substanz gaben 0,3242 g CO_2 und 0,0908 g H_2O;
0,1550 g » » 0,3355 g » » 0,0924 g » ;

Berechnet für $C_9H_{12}O_4$:		Gefunden:	
C	58,69 %	58,44 %	59,03 %
H	6,52 »	6,67 »	6,62 »

Durch die Titrierung wurde die Säure als zweibasisch erkannt:

0,0505 g Säure entsprachen 0,03013 g KOH, statt ber. 0,03074 g,
0,0989 g » » 0,06075 g » » » 0,0602 g.

Die Santenensäure hat kaum sauren Geschmack und löst sich schwer in kaltem, leicht in heissem Wasser sowie in Äther und Alkohol. Aus der konzentrierten alkoholischen Lösung krystallisiert sie auf Zusatz von Wasser in kleinen vier- oder sechsseitigen Blättchen. In kochendem Benzol ist die Säure schwer, in kochendem Petroläther unlöslich.

Die neutrale Lösung des Ammonsalzes wird von Calcium- bzw. Baryumchlorid weder in der Kälte, noch beim Erhitzen gefällt. Das Kupfersalz, eine grüne Fällung, löst sich in viel kaltem Wasser. Das Silbersalz stellt einen weissen, in viel Wasser löslichen Niederschlag dar.

10. *Die Santolensäure*, $C_7H_{11} . CO_2H$.

Beim Ausschütteln des sauren Destillates von der Sodabehandlung erhält man die nach der Gleichung 2) entstehende ungesättigte Säure (S. 30), der ich den obigen Namen gegeben habe. Sie entstand in so kleiner Menge, dass der Siedepunkt nicht bestimmt werden konnte.

Die ätherische Lösung hinterlässt ein sauer reagierendes, auch beim Abkühlen nicht erstarrendes Öl von dem Geruch der Lauronolsäure, welches, in Soda gelöst, eine kräftige Kaliumpermanganatreaktion giebt und folglich ungesättigt ist. Sie wurde als Silbersalz analysiert. Letzteres fällt als weisse, beim Trocknen sich etwas graufärbende Fällung beim Versetzen der ammoniakalischen Lösung mit Silbernitrat aus. Die vakuumtrockne Substanz ergab folgendes Resultat bei der Analyse:

0,2546 g Substanz: 0,3624 g CO_2, 0,1044 g H_2O und 0,1116 g Ag

Berechnet für $C_8H_{11}O_2Ag$:		Gefunden:
C	38,87 %	38,82 %
H	4,45 »	4,56 »
Ag	43,72 »	43,83 »

Wie schon erwähnt, wird der nach Gleichung 3) bezw. 4) veranschaulichte Ersatz des Bromatomes gegen Hydroxyl nur zum kleineren Teil verwirklicht. Bei dreimaligem Ausschütteln der bei der Abscheidung von Santenensäure abfallenden Mutterlaugen mit Äther erhält man, nach dem Verdunsten des Lösungsmittels, einen öligen Rückstand, der auf Zusatz von Wasser krystallisiert. Beim Umkrystallisieren wurden lange, feine Nadeln einer neuen Substanz erhalten, für welche bei der ersten Darstellung der Schmelzpunkt 123—124 , bei einer späteren 132—134 erhalten wurde. Das Material reichte nicht für eine Analyse aus. Jedoch wurde mit dem erstgenannten Präparat eine Titrierung mit $\frac{n}{20}$ – Kalilösung mit folgendem Ergebniss vorgenommen.

0,1015 g der Säure entsprachen 0,0449 g KOH.
Berechnet für die Oxysäure $C_9H_{14}O_5$ 0,05627 g »
» » » Laktonsäre $C_9H_{12}O_4$ 0,0309 g »

Folglich scheint hier ein Gemenge der beiden Säuren, welches wohl ein den Versuchsbedingungen entsprechendes Gleichgewicht darstellt, vorzuliegen.

Die weitere Untersuchung soll auf den Abbau dieser Spaltungsprodukte und vornehmlich auf den der Santenensäure gerichtet sein.

Helsingfors den 29 Juli 1910.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar
Bd. LIII Afd. A N:o 9.

Über das Potential des Ozons

von

L. William Öholm.

Mit drei Figuren im Text.

Einleitung.

Bei den meisten chemischen Oxydationsprozessen verhält sich das Ozon zweiwertig. In einzelnen Fällen dagegen oxydiert es ebenfalls mit allen drei Atomen. Luther und Inglis [1]) untersuchten im Jahre 1903 den elektromotorischen Wert des Ozons gegen eine Platinelektrode und beobachteten dabei, dass dasselbe sich einwertig verhielt. Das Gleichgewichtsverhältnis $2\,O_3 - 3\,O_2$ scheint also ziemlich verwickelt zu sein und es ist auch bis dato nicht gelungen eine Gleichgewichtskonstante für dasselbe zu bestimmen.

Aus der oben erwähnten Arbeit, welche die Erforschung der Konzentrationspotentialfunktion bei Anwendung von Lösungen mit variierendem Ozongehalt bezweckte, ergab sich Anfangs aus den mehr qualitativen Versuchen, dass die elektromotorische Kraft im Grossen und Ganzen von dem Material der Elektroden unabhängig war, vorausgesetzt, dass letztere indifferent und unangreifbar war. Blanke Platinelektroden ergaben die höchsten und mit einander am besten übereinstimmenden Oxydationspotentiale

[1]) Über Ozon als Oxydationsmittel. Zeitschr. f. phys. Chemie **43** 203 (1903).

und aus diesem Grunde wurden derartige Elektroden bei den genauen Versuchen benutzt.

Es zeigte sich ferner, dass das Potential unabhängig war sowohl von dem Elektrolyten als auch von der Konzentration desselben. Mit verschiedenen Platinelektroden wurden so gut übereinstimmende Resultate sowohl bei Anwendung von Schwefelsäure als auch bei Salpetersäure von wechselndem Gehalt erhalten, dass die Funktion der Konzentration bis auf 0,001 Volt bestimmt werden konnte.

Schon aus den ersten Versuchen ging inzwischen hervor, dass die erhaltenen Potentialwerte von der Vorbehandlung der Elektroden vor den Messungen abhängig waren. Wurden dieselben vor dem Einsetzen in die Ozonlösung mit Sauerstoff beladen, so fiel der Potentialwert stets niedriger aus. Eine Ladung mit Wasserstoff dagegen ergab ein höheres Potential als bei den Versuchen ohne vorherige Behandlung. Ausserdem ergaben die mit Wasserstoff beladenen Elektroden unter einander viel besser übereinstimmende Resultate als die mit Sauerstoff beladenen. Um diese Unregelmässigkeiten zu vermeiden, wandten LUTHER und INGLIS folgenden Kunstgriff an. Sie badeten die Elektroden einige Zeit vor dem Einsetzen in einer Ferro-Ferrilösung, welche im Liter $^1/_{10}$ Mol. Ferrosulfat, $^1/_{10}$ Mol. Ferrialaun und $^1/_{20}$ Mol. Schwefelsäure enthielt. Hierdurch konnte die „Vorgeschichte" der Platinelektroden eliminiert werden.

Der endgültige Wert des Potentiales stellte sich nach einer derartigen Vorbehandlung fast sofort ein, und die elektromotorische Kraft nahm ungefähr denselben Wert an als nach der Wasserstoffbeladung. Hierbei ist jedoch zu bemerken, dass die mit Wasserstoff beladenen Elektroden kurz nach dem Einsetzen in die Ozonlösung ein niedriges Oxydationspotential zeigten, dasselbe stieg aber schnell zum Maximumwert und hielt sich darauf mehrere Stunden lang recht gut konstant.

Wie bereits vorher bemerkt wurde, deuteten die Resultate der Untersuchungen darauf hin, dass das Ozon in diesem Falle einwertig reagiert hatte, denn die Potential-

messungen zeigten, dass die Konzentrationsfunktion folgender Formel folgte

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln C$$

trotzdem man nach dem chemischen Verhalten des Ozons bei demselben eine doppelte Ladung erwarten musste.

Aus den später von LUTHER und STUER [1]) 1904 vorgenommenen Untersuchungen ergab sich indessen, dass das Potential, wie man es aus den Messungen erhielt, doch nicht von dem Material der Elektroden unabhängig war. Die an einer Iridiumelektrode gemessene elektromotorische Kraft fiel nämlich bedeutend niedriger aus und folgte der Gleichung

$$E = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln C.$$

Hier trat also das Ozon zweiwertig auf.

Im übrigen fanden sie, dass die Ozonlösung ebenso sichere und gut reproduzierbare Potentialsprünge gegen Iridium als gegen Platina gab. Eine vorhergehende Beladung mit Wasserstoff oder Sauerstoff wirkte auch hier in derselben Richtung, indem dieselbe den Wert der elektromotorischen Kraft entweder vergrösserte oder verminderte, wie früher bei einer entsprechenden Behandlung der Platinelektroden.

Eine Untersuchung über die Löslichkeit des Ozons in 0,1-n Schwefelsäure bei den Temperaturen 0 und 20 ergab, dass dasselbe innerhalb der Fehlergrenzen dem *Henry*-schen Verteilungsgesetz folgte.

Aus den angestellten Versuchen ging somit hervor, dass derselbe Körper, das Ozon, in derselben Lösung verschieden elektromotorisch wirkte und dass dies von dem „unangreifbaren“ Material der Elektroden abhing. Da diese Erscheinung — vorausgesetzt die Unangreifbarkeit des Elektrodenmaterials — doch etwas eigentümlich erschien,

[1]) Zeitschr. f. Elektrochemie XI. 47, 832, 1905.

so setzte ich diese Untersuchung im Laufe des Sommers 1905 fort, und es wurden eine grössere Anzahl Messungen mit sowohl Platin- als auch Iridiumelektroden angestellt. Die hierbei erhaltenen Resultate wurden als mit den von LUTHER und STUER gewonnenen übereinstimmend gefunden und es blieb keine andere Möglichkeit zur Erklärung des Phänomens übrig als die Annahme, dass die beiden Metalle Platin und Iridium gar nicht so unangreifbar sind, sondern dass dieselben oxydiert werden.

Die Arbeit wurde indessen nicht publiziert, weil eine weitere Verfolgung der Erscheinungen beabsichtigt war. Letztere wurde jedoch aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Inzwischen wurde dies Problem auch von anderer Seite in Angriff genommen und von JAHN[1]) und FOERSTER[2]) weitläufige Untersuchungen, besonders von dem ersteren, über diesen Gegenstand veröffentlicht.

NERNST hatte darauf hingewiesen, dass die Abweichungen darauf beruhen könnten, dass die Metalle bei so niedrigen Ozonkonzentrationen, wie sie gewöhnlich bei den Versuchen angewendet wurden, nicht genügend polarisiert würden, so dass sich aus einer stark abgeschwächten Diffusion eine nicht hinreichende Ladung ergeben würde. Aus diesem Grunde untersuchte JAHN, welchen Einfluss die Rotation der Elektroden auf die Grösse der elektromotorischen Kraft haben könnte, und fand dabei, dass diese ohne Einwirkung ist. Dies ging auch aus meinen sowie aus LUTHERS, INGLIS und STUERS Experimenten hervor, bei denen die Elektroden während der Messungen bewegt wurden. Dass auch die Annahme einer Adsorption nicht zum Ziele führt wies ebenfalls JAHN nach. Soweit wie die Adsorptionserscheinung bekannt ist, kann man sich nämlich keinen derartig grossen Sprung von einem Metall zum anderen vorstellen, dass dies die Verschiedenheit, welche zwischen den Potentialen bei Platin und Iridium auftritt, erklären könnte.

[1]) Zeitschr. f. anorg. Chemie **42**, 203 (1904). **48**, 260 (1906). **60**, 292 u. 337 (1908).

[2]) Zeitschr. f. phys. Chemie **69**, 236 (1909).

Bei seinen Untersuchungen über das Potential des Ozons benutzte JAHN Lösungen von Kobaltsulfat-haltiger Schwefelsäure, welche er versuchte zu ozonisieren, bis das Gleichgewicht zwischen den beiden Oxydationsstadien des Kobalts eintreten würde. Es zeigte sich hierbei, dass sich der stationäre Zustand sehr langsam einstellte. Bei der Benutzung von elektrolytisch hergestelltem Kobaltsulfat schien sich indessen das Gleichgewicht nach einigen Tagen einzustellen. Ein scharf ausgeprägtes Maximum wurde jedoch nicht erhalten. Er versuchte es nun mit Platinelektroden, welche mit Kobaltoxyd bedeckt waren, und da zeigte es sich, dass man mit Hilfe eines derartigen Reaktionsüberträgers den Gleichgewichtszustand bereits nach Verlauf einiger Stunden erhielt. Bei dem Konzentrationsverhältnis

$$Co_{III} : Co_{II} = 0{,}60$$

fand er den Potentialwert 1,767 Volt.

Als er dann weiter alle Umstände bei den Messungen in Betracht zog, kam er zu dem Schluss, dass für das Verhältnis

$$Co_{III} : Co_{II} = 1$$

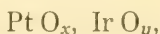
der Wert 1,785 Volt bis auf einige Millivolt genau dem wirklichen Ozonpotential entsprach.

In dieser Weise erhielt JAHN wesentlich höhere Potentialwerte als früher gefunden wurden.

JAHN nimmt nun auf Grund seiner eigenen Versuche sowie aus den Resultaten LUTHERS, INGLIS und STUERS an, dass Platin- und Iridiumelektroden nicht unangreifbar sind, sondern dass dieselben bei der Ozonisierung von einer Oxydschicht, bestehend aus unbeständigen Sauerstoff entwickelnden Oxyden, bedeckt werden, von welchen das Platinoxyd beständiger als das Iridiumoxyd ist. Ohne Zusatz von Polarisationskatalysatoren wird das Potential gegen sowohl Platin als Iridium zu niedrig und, da die Oxydation nur sehr unbedeutend ist, so bleibt der stationäre Zustand zwischen den die Potentialen bestimmenden Bildungs- und

Spaltungsgeschwindigkeiten der Oxyde bedeutend hinter den richtigen Werten für das Gleichgewicht zurück. In Folge der grösseren Zerfallgeschwindigkeit bei dem Iridiumoxyd wird das Potential für dies Metall ungefär 0,20 Volt niedriger als beim Platin.

Später machte FOERSTER[1]) darauf aufmerksam, dass, wenn man eine mit Sauerstoff beladene Platinelektrode sich selbst in Schwefelsäure, durch welche Sauerstoff strömt, überlässt, so erfolgt eine langsame Selbstentladung unter Sauerstoffentwicklung. Bei den Versuchen wurde 2-n H_2SO_4 benutzt. Das Potential sinkt kontinuierlich auf 1,08 Volt. Dasselbe findet bei einer irridierten Iridiumelektrode statt. Hier geht jedoch das Potential bis auf 0,86 Volt herunter, ehe es konstant bleibt. FOERSTER erklärt sich diese Erscheinung derart, dass sich bei der anodischen Polarisation zuerst höhere Oxyde bilden



$$Pt\,O_x,\ Ir\,O_y,$$

welche sich in dem fein verteilten Metalle auflösen und dann beim Abbruch des Stromes in Sauerstoff und niedrigere stabilere Oxyde zerfallen. Hierbei sollte das Platinoxyd langsam, das Iridiumoxyd dagegen bedeutend schneller zerfallen und sich rasch auf den Wert 0,86 Volt einstellen.

Die im Folgenden beschriebene Untersuchung führte ich schon während des Sommers 1905 in Leipzig aus und sie ist eine direkte Fortsetzung von LUTHERS und STUERS Experimenten. Es war u. A. meine Absicht die Versuche auch auf verschiedene Temperaturen auszudehnen. Durch mehrere Umstände wurde ich jedoch verhindert die Arbeit weiter fortzusetzen so dass nur einige Experimente bei Zimmertemperatur gemacht wurden.

Wie schon erwähnt, sind in letzter Zeit über dieses Thema recht weitläufige Untersuchungen angestellt worden

[1]) L. c.

von JAHN und FOERSTER, deren Resultate u. A. auch zu der Auffassung führten, dass sowohl Platin als Iridium nicht völlig unangreifbar sind, sondern dass sich unter dem Einflusse des Sauerstoffes oder Ozons auf der Oberfläche der Metalle Oxyde bilden. Da meine Versuche doch vielleicht von einigem Intresse sind und wohl auch von Wert für einen zukünftigen Abschluss des augenscheinlich sehr komplizierten Problemes oder zu Bestätigung früherer Hypothesen sein können, will ich hier die von mir gefundenen Resultate veröffentlichen.

Ausführung der Untersuchungen.

Die Untersuchungen wurden in der Hauptsache in derselben Weise ausgeführt, in welcher LUTHER und INGLIS ihre genauen Versuche über die elektromotorische Kraft als Funktion der Ozonkonzentration anstellten. Prof. LUTHER stellte mir den von ihm benutzten Apparat freundlichst zur Verfügung, und spreche ich ihm auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus. Das Ozon wurde hergestellt durch ozonisieren von elektrolytisch gewonnenem Sauerstoff. Bevor der Sauerstoff in den BABOschen Ozonisator eintrat, passierte derselbe einen Schwefelsäure-trockengefäss. Der Ozonisator war direkt mit einer WALTER'schen Flasche verbunden, welche in Eiswasser stand. Zur Aufnahme des Ozons war die Flasche mit einer 0,1-n H_2SO_4 gefüllt.

Da sich die Schwefelsäure äusserst langsam mit Ozon sättigt, so erforderte die Ozonisierung eine verhältnismässig lange Zeit. Mittels eines Hahnes wurde die Ozonzufuhr reguliert, so dass nur ganz kleine auf einander folgende Blasen durch das Rohr in der Flasche strichen, wodurch eine bessere Absorption erhielt wurde. Der Ozonisator selbst befand sich in einem mit Kältemischung (Na Cl + Eis) gefüllten Glascylinder.

Damit sich das Ozon während der Zuleitung desselben zur WALTER'schen Flasche nicht zersetzen sollte, waren die verschiedenen Teile der Glasleitung durch in einander ein-

geschliffene Stücke vereinigt und durch konzentrierte Schwefelsäure abgedichtet.

Der für das Induktorium benutzte primäre Strom wurde zweien Akkumulatoren entnommen, die Stromstärke betrug ungef. 3,7 Amp. Als Unterbrecher wurde ein Motorinterruptor benutzt.

Zur Messung des Potentiales wurde mittels einer Pipette 100 cm^3 Ozonlösung aus der WALTER'schen Flasche entnommen. Die Lösung wurde in ein cylindrisches Gefäss gebracht, welches in Eiswasser stand und in gewöhnlicher Weise durch ein Glasrohr mit der Kalomelnormalelektrode verbunden war. Nur bei einigen Versuchen, welche bei Zimmertemperatur ausgeführt wurden, überstieg die Temperatur der Ozonlösung $+1^\circ$ C.

Die Messungen wurden mit drei bis vier Elektroden gleichzeitig ausgeführt, von denen die eine aus Iridium die anderen aus Platin bestanden. Die Iridium- und zwei der Platinelektroden waren blanke Bleche 1×2 cm. Die dritte Platinelektrode bestand aus auf ein Glasrohr aufgebranntem Platin. Die Elektroden waren vollkommen von der Lösung bedeckt und durch eine besondere Anordnung konnten dieselben schnell nach einander mit einer WHEATSTONE'schen Brücke verbunden werden, mit welcher die Messungen der E. K. ausgeführt wurden. Als Nullinstrument diente ein LIPPMANN'sches Kapillarelektrometer. Das Arbeitselement war ein Akkumulator dessen elektromotorische Kraft mittelst eines Cadmium-Normalelementes bestimmt wurde.

Um die verschiedenen Ozonkonzentrationen zu erzielen, wurden die Bestimmungen teils mit Schwefelsäure ausgeführt, welche während längerer oder kürzerer Zeit mit Ozon behandelt wurde, oder auch wurde die in dem Elektrodengefäss befindliche stärker ozonhaltige Säure durch Zusatz von Schwefelsäure derselben Konzentration 0,1-n verdünnt. Diese Verdünnungssäure war bereits à priori schwach ozonhaltig, damit die ozonisierte Lösung nicht durch den Zusatz verändert, sondern nur verdünnt werden sollte.

Nachdem die elektromotorische Kraft an allen Elektroden konstante Werte angenommen hatte, wurde der Ozon-

gehalt der schwefelsauren Lösung nach der von LUTHER und STUER angewandten Methode bestimmt. Aus dem Cylinder wurde eine gewisse Menge 20—60 cm^3 Ozonlösung herausgenommen und zu dieser dann bei allen Versuchen 2 cm^3 Ferrosulfatlösung von genau bestimmtem Gehalt hinzugefügt. Diese Mischung wurde gut umgerührt und eine halbe Stunde ruhig stehen gelassen, worauf der nichtoxydierte Teil des Ferrosulfates mit Kaliumpermanganat titriert wurde. Aus einer Reihe von Versuchen ging hervor, dass die Oxydation bereits nach 20 Minuten beendet war. Der grösseren Sicherheit halber wurden jedoch die Titrierungen erst nach Verlauf von 30 Minuten ausgeführt.

Diese Methode erwies sich als sehr genau, wie sich aus dem Folgenden ergibt und ist auch bei sehr verdünnten Ozonlösungen anwendbar. Die benutzte Permanganatlösung war $0{,}0098$-n. Der Titer derselben wurde täglich mit einer Eisenammoniumsulfatlösung von bestimmtem Gehalt ($0{,}1$-n) kontrolliert.

Anfangs wurden die Elektroden mit Chromsäure gereinigt. Bei den späteren Versuchen wurden sie einige Minuten mit Wasserstoff polarisiert und darauf $^1/_4$ Stunde mit Ferro-Ferrilösung behandelt. In jedem Falle wurden sie natürlich gut mit destilliertem Wasser abgespült, ehe sie in die Ozonlösung gebracht wurden. Aus den nachstehend beschriebenen Versuche geht auch hervor, welchen Einfluss diese Vorbehandlung auf die Grösse der elektromotorischen Kraft ausübte.

In den folgenden Tabellen bezeichnen: $\pi O_3 - \pi N$ die gegen die Normalelektrode direkt gemessene elektromotorische Kraft der verschiedenen Ozonelektroden. Die in der ersten Kolumne vor den Potentialwerten stehenden römischen Ziffern I und II bezeichnen die beiden Platinblechpole. A ist der aufgebrannte Platinpol und Ir ist die Iridiumelektrode. Die zweite Kolumne enthält den Mittelwert für die beiden erstgenannten Elektroden. In der dritten Spalte bezeichnet $C \cdot O_3$ die Ozonkonzentration in Millimolen pro Liter. Die vierte enthält die Logarithmen für diese Konzentrationszahlen und in der fünften steht die aus der Gleichung

$$E = E_0 + \frac{RT}{nF} \log CO_3$$

berechnete Konstante E_0 für die verschiedenen Versuche und Elektroden. Was die Elektroden I und II betrifft, so ist die Konstante in den meisten Fällen nur für deren Mittelwert berechnet. Die Versuche, an verschiedenen Tagen ausgeführt, bilden so zu sagen verschiedene Serien, und sind in den Tabellen mit zwei Strichen getrennt, wobei auch das Datum angegeben ist. In den „Bemerkungen" ist zuerst die Behandlung der Elektroden vor den Versuchen angegeben. Darauf wird die Temperatur der Lösung an dem betreffenden Tage verzeichnet, in wie fern Verdünnung vorgekommen ist u. s. w.

Um die Konzentrationspotentialfunktion zu verdeutlichen, sind für die meisten Versuche Kurven aufgezeichnet worden mit den Log. für die Ozonkonzentrationen als Abscissen und den entsprechenden E. K. als Ordinaten. Die Pt-Kurven gehören zu den beiden Elektroden von Platinblech und die Ir-Kurven zu der Iridiumelektrode. Die bei den Kurven angeführten Zahlen 0,054—0,059 für Pt. und 0,027—0,029 für Ir. zeigen, wie gut die experimentell gefundenen Werte mit den Formeln $E = E_0 + \frac{RT}{F} 0{,}4343 \log CO_3$ und $E = E_0 + \frac{RT}{2F} 0{,}4343 \log CO_3$ Volt übereinzustimmen. Für ungefähr 1 C wird nämlich $\frac{RT}{F} 0{,}4343 = 0{,}054$ und für 24 C $= 0{,}059$. Durch verschiedene Bezeichnung • × ○ wird angegeben auf welche Tage die graphisch dargestellten Resultate sich beziehen. Fig. I. stellt die Versuche dar, welche mit ausschliesslich mit Chromsäure gereinigten Elektroden und bei + 1 C ausgeführt sind. Die Resultate mit den mit Wasserstoff polarisierten und in Ferro-Ferrilösung gebadeten Elektroden gehen aus Fig. II hervor. Auch hier war die Temperatur ungef. + 1° C. In Fig. III werden schliesslich die Versuche bei Zimmertemperatur 22—24 C aufgezeichnet.

Die Versuche bei ungef. + 1° C.

	$\pi . O_3 - \pi . N$ in Volt.	Mittel von I u. II in Volt.	$C . O_3$	$L . C . O_3$	E_0	Bemerkungen.
23 Juni.						
I	1,290				1,302	Die Elektroden nur mit Chromsäure behandelt.
II	1,281	1,286	0,608	−1 7839	1,293	
Ir	1,121				1,127	
I	1,289				1,302	
II	1,281	1,285	0,567	−1 7536	1,294	
Ir	1,121				1,127	
I	1,297				1,309	Neue Lösung.
II	1,291	1,294	0,61	−1 7853	1,303	
Ir	1,122				1,127	
I	1,279				1,306	1:ste Verdünnung.
II	1,270	1,275	0,309	−1 4900	1,302	
Ir	1,112				1,126	
I	1,261				1,305	2:te Verdünnung.
II	1,254	1,258	0,154	−1 1875	1,298	
Ir	1,103				1,125	
27 Juni.						
I	1,314				1,313	Die Elektroden nur mit Chromsäure behandelt.
II	1,302	1,308	1,04	0 0170	1,301	Dieser Versuch wurde nach 1 Stunde wiederholt und dabei dieselben Werte gefunden.
A	1,273				1,272	
Ir	1,127				1,126	
28 Juni.						
I	1,302					Die Elektroden nur mit Chromsäure behandelt.
II	1,289	1,296	0,760	−1 8808	1,302	
A	1,260				1,266	
Ir	1,123				1,126	
I	1,297					1:ste Verdünnung.
II	1,286	1,292	0,521	−1 7168	1,307	
A	1,256				1,271	
Ir	1,120				1,127	
I	1,290					2:te Verdünnung.
II	1,280	1,285	0,354	−1 5490	1,308	
A	1,250				1,274	
Ir	1,116				1,128	

$\pi . O_3 - \pi . N$ iu Volt.		Mittel von I u. II in Volt.	$C . O_3$	$L . C . O_3$	E_0	Bemerkungen.
I	1,284					3:te Verdünnung.
II	1,273	1,279	0,239	−1 3784	1,313	
A	1,241				1,275	
Ir	1,112				1,128	
I	1,263					4:te Verdünnung.
II	1,252	1,258	0,083	−2 9191	1,312	
A	1,224				1,278	
Ir	1,110				1,127	
I	1,253					Vorige Lösung nach vier Stunden.
II	1,242	1,248	0,062	−2 7958	1,313	
A	1,216				1,281	
Ir	1,100				1,132	
29 Juni.						
I	1,312	1,313				Alle Elektroden mit Wasserstoff beladen.
II	1,313		0,757	−1 8791	1,319	
A	1,303				1,310	
Ir	1,115				1,118	
I	1,297					1:ste Verdünnung.
II	1,295	1,296	0,339	−1 5302	1,321	
A	1,284				1,309	
Ir	1,104				1,116	
I	1,276					2:te Verdünnung.
II	1,274	1,275	0,1545	−1 1889	1,319	
A	1,262				1,306	
Ir	1,099				1,121	
I	1,264					3:te Verdünnung.
II	1,258	1,261	0,0543	−2 7348	1,329	
A	1,246				1,314	
Ir	1,090				1,124	
30 Juni.						
I	1,297	1,302	0,559	−1 7474	1,310 (1,315)	II und Ir mit Wasserstoff beladen.
II	1,307				1,320	
Ir	1,116				1,122	
I	1,297				1,321	Alle Elektroden mit Wasserstoff beladen und danach in neutraler Ferro-Ferrilösung gebadet.
II	1,295	1,296	0,511	−1 7084		
Ir	1,115				1,122	

$\pi . O_3 - \pi . N$ in Volt.	Mittel von I u. II in Volt.	C . O_3	L . C . O_3	E_0	Bemerkungen.
I 1,285				1,314	1:ste Verdünnung.
II 1,284	1,285	0,282	−1 450		
Ir 1,106				1,120	
1 Juli.					
I 1,303		0,602	−1 7796	1,315	Die Elektroden mit Wasserstoff beladen und danach in einer angesäuerten Ferro-Ferrilösung gebadet.
II 1,302	1,303				
Ir 1,114				1,120	
I 1,297					1:ste Verdünnung.
II 1,295	1,296	0,403	−1 6053	1,317	
Ir 1,111				1,121	
I 1,291					2:te Verdünnung.
II 1,289	1,290	0,282	−1 4503	1,320	
Ir 1,107				1,122	
I 1,282					3:te Verdünnung.
II 1,279	1,280	0,188	−1 2742	1,319	
Ir 1,102				1,121	
I 1,270					4:te Verdünnung.
II 1,268	1,269	0,136	−1 1335	1,316	
Ir 1,097				1,120	
3 Juli.					
I 1,2976		0,420	−1 6232		Die Elektroden mit Wasserstoff beladen und danach in einer angesäuerten Ferro-Ferrilösung gebadet.
II 1,2976	1,298			1,319	
Ir 1,111				1,121	
I 1,296					Dieselbe Lösung nach 1 Stunde.
II 1,296	1,296	0,400	−1 6021	1,317	
Ir 1,110				1,120	
I 1,278					1:ste Verdünnung.
II 1,277	1,2775	0,167	−1 2227	1,319	
Ir 1,1016	1,1016			1,122	
I 1,275					Vorige Lösung nach 20 Min.
II 1,274	1,2745	0,156	−1 1932	1,318	
Ir 1,100				1,122	
I 1,254					2:te Verdünnung.
II 1,253	1,2535	0,0626	−2 7965	1,319	
Ir 1,0896				1,122	
I 1,252					Vorige Lösung nach 10 Min.
II 1,252	1,252	0,0522	−2 7176	1,321	
Ir 1,0896				1,123	

$\pi . O_3 - \pi . N$ in Volt.		Mittel von I u. II in Volt.	$C . O_3$	$L . C . O_3$	E_0	Bemerkungen.
I	1,230					3:tte Verdünnung. Untersucht 2 Stunden nach der Verdünnung.
II	1,230	1,230	0,0229	−2 3598	1,319	
Ir	1,082 ?				1,126 ?	
I	1,304					Neue konzentrierte Lösung.
II	1,302	1,303	0,580	−1 7634	1,316	
Ir	1,116				1,122	
I	1,304					Dieselbe Lösung nach 10 Min.
II	1,300	1,302	0,573	−1 7581	1,315	
Ir	1,115				1,121	
I	1,312					Neue konzentrierte Lösung.
II	1,312	1,312	0,730	−1 8633	1,319	
Ir	1,119				1,122	
I	1,312					Vorige Lösung nach 5 Min.
II	1,312	1,312	0,730	−1 8633	1,319	
Ir	1,119				1,122	
I	1,315					Neue konzentrierte Lösung.
II	1,315	1,315	0,865	−1 9370	1,318	
Ir	1,119				1,121	
I	1,314					Vorige Lösung nach 20 Min.
II	1,315	1,3145	0,840	−1 9242	1,319	
Ir	1,119				1,121	

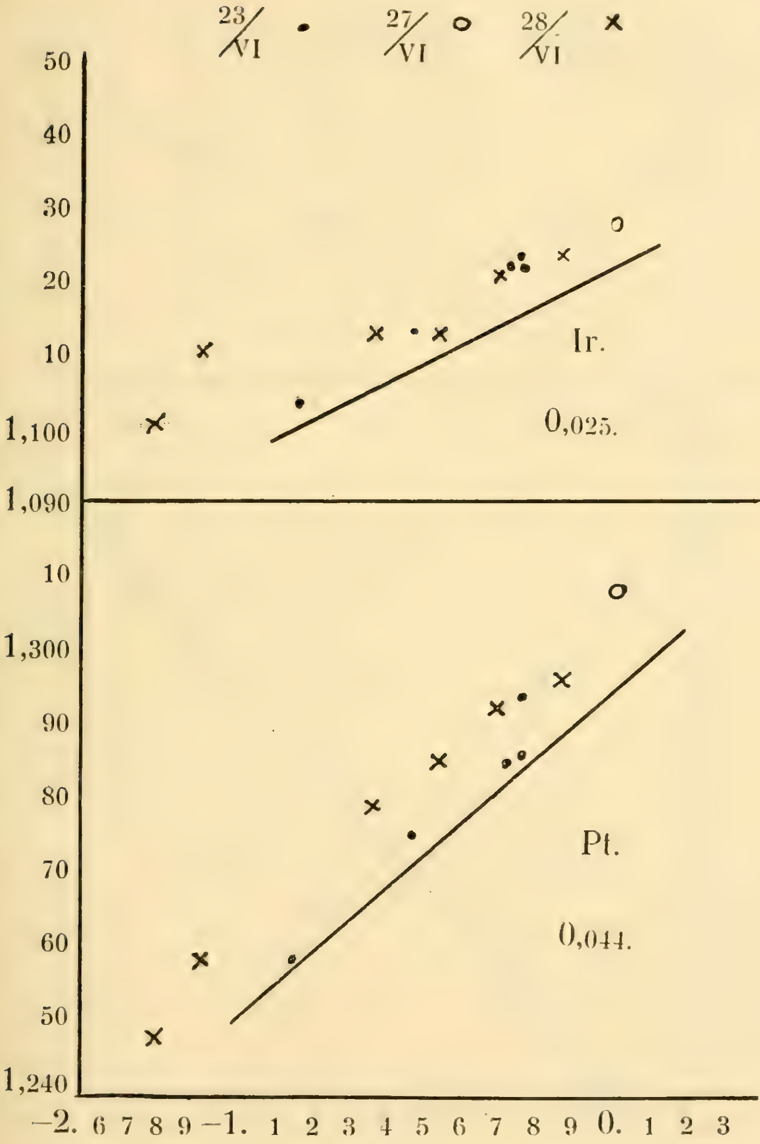
Die Versuche bei Zimmertemperatur.

4 Juli.						Die Elektroden mit Wasserstoff beladen und in einer angesäuerten Ferro-Ferrilösung gebadet. Diese Lösung wurde anfänglich bei 0^0 ozonisiert. Temperatur $23{,}8^0$.
I	1,296					
II	1,294	1,295	0,503	−1 7015	1,313	
Ir	1,093				1,102	
I	1,296					Dieselbe Lösung nach 10 Min.
II	1,296	1,296	0,500	−1 6990	1,314	
Ir	1,094				1,103	
I	1,274					1:sta Verdünnung.
II	1,271	1,273	0,208	−1 3180	1,313	
Ir	1,085				1,105	
I	1,274					Vorige Lösung nach 10 Min.
II	1,271	1,273	0,198	−1 2966	1,314	
Ir	1,084				1,104	

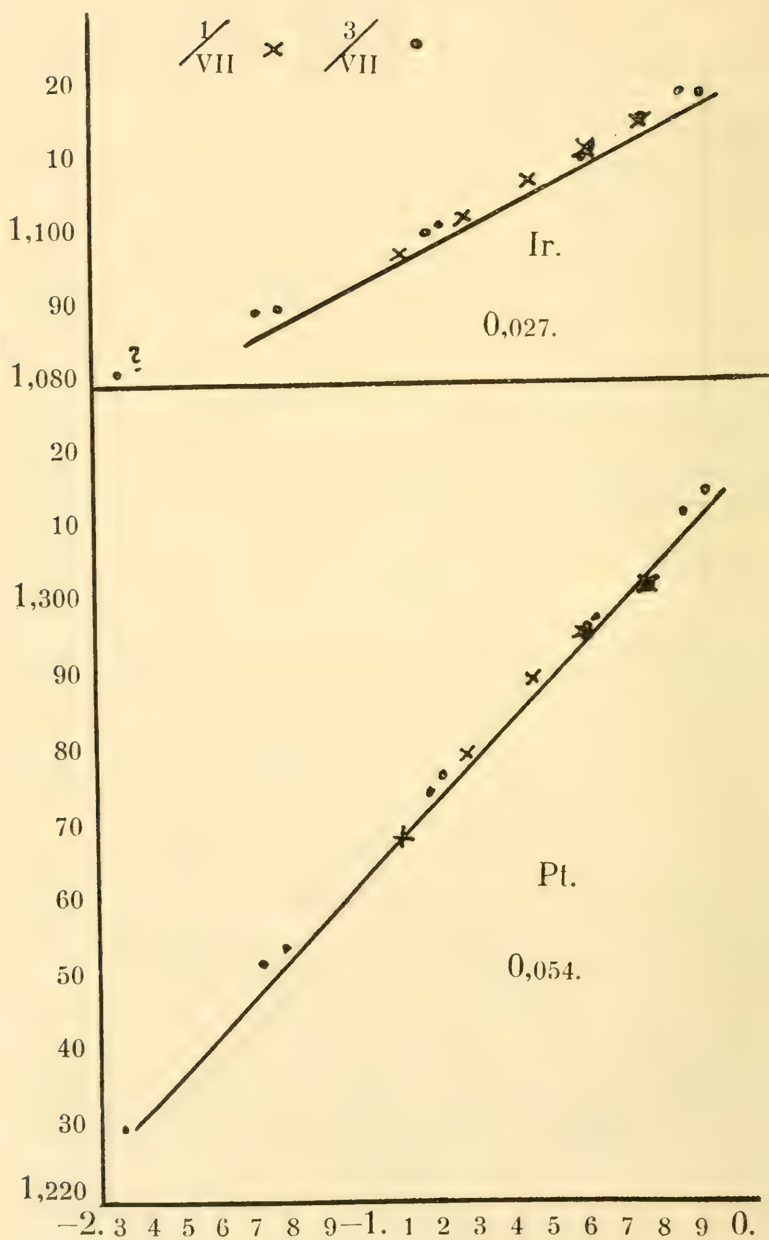
$\pi . O_3 - \pi . N$ in Volt.		Mittel von I u. II iu Volt.	$C . O_3$	$L . C . O_3$	E_0	Bemerkungen.
I	1,248					2:te Verdünnung.
II	1,244	1,246	0,073	−2 8633	1,313	
Ir	1,071				1,105	
I	1,247					Vorige Lösung nach 10 Min.
II	1,245	1,246	0,063	−2 7993	1,317	
Ir	1,072				1,107	
I	1,230					3:tte Verdünnung. Temperatur $24{,}5^0$.
II	1,229	1,230	0,0417	−2 6201	1,312	
Ir	1,065				1,106	
5 Juli.						Die Elektroden mit Wasserstoff beladen und in einer angesäuerten Ferro-Ferrilösung gebadet. Die Lösung wurde bei Zimmertemperatur ozonisiert. Temperatur $23{,}3^0$.
I	1,291		0,440	−1 6434		
II	1,289	1,290			1,311	
Ir	1,089				1,099	
I	1,290					Dieselbe Lösung nach 10 Min.
II	1,288	1,289	0,425	−1 6284	1,311	
Ir	1.089				1,100	
I	1,273					1:ste Verdünnung.
II	1,273	1,273	0,1764	−1 2465	1,316	
Ir	1,083				1,105	
I	1,271					Vorige Lösung nach 10 Min.
II	1,269	1,270	0,1595	−1 2027	1,317	
Ir	1,082				1,106	
I	1,246					2:te Verdünnung. Temperatur $24{,}2^0$.
II	1,244	1,245	0,0532	−2 7260	1,319	
Ir	1,072				1,109	
I	1,226					Dieselbe Lösung nach 5 Stunden. Temperatur $24{,}8^0$.
II	1,225 +	1,226	0,0213	−2 3284	1,324	
Ir	1,061				1,110	
I	1,277					Neue konzentrierte Lösung.
II	1,274	1,2755	0,202	−1 3054	1,316	
Ir	1,087				1,108	
I	1,286					Neue konzentrierte Lösung.
II	1,284	1,285	0,303	−1 4886	1,315	
Ir	1,091				1,106	
I	1,297					Neue noch mehr konzentrierte Lösung.
II	1,296	1,2965	0,4677	−1 6699	1,316	
Ir	1,095				1,104	

$\pi.O_3 - \pi.N$ in Volt.		Mittel von I u. II in Volt.	$C.O_3$	$L.C.O_3$	E_0	Bemerkungen.
6 Juli.						Die Elektroden waren am Abend vorher mit H. beladen, in Ferro-Ferrilösung gebadet und standen über Nacht in derselben Lösung, die im vorhergehenden Experiment benutzt wurde. Temperatur 22,7⁰.
I	1,225					
II	1,223	1,224	0,0148	−2 1751	1,331	
Ir	1,064				1,117	
I	1,286					Neue Lösung. Temperatur 22,5⁰.
II	1,285	1,2855	0,330	−1 5185	1,313	
Ir	1,095				1,109	
I	1,271					Die Elektroden I und Ir wurden in Ferro-Ferrilösung gebadet. II blieb die ganze Zeit in der Lösung.
II	1,285	Nicht tiriert.				
Ir	1,085					
I	1,275					Die Elektroden wurden mit Wasserstoff beladen und in Ferro-Ferrilösung gebadet. Temperatur 22,3⁰.
II	1,275	1,275	0,2109	−1 3241	1,312	
Ir	1,085				1,104	
I	1,267					1:ste Verdünnung.
II	1,267	1,267	0,1382	−1 1405	1,317	
Ir	1,081				1,106	
I	1,243					2:te Verdünnung. Die Bestimmung erst 2 St. nachher ausgeführt.
II	1,243	1,243	0,0531	−2 7251	1,318	
Ir	1,071				1,107	
I	1,272					Neue konzentrierte Lösung.
II	1,273	1,272	0,170	−1 2305	1,317	
Ir	1,085				1,107	

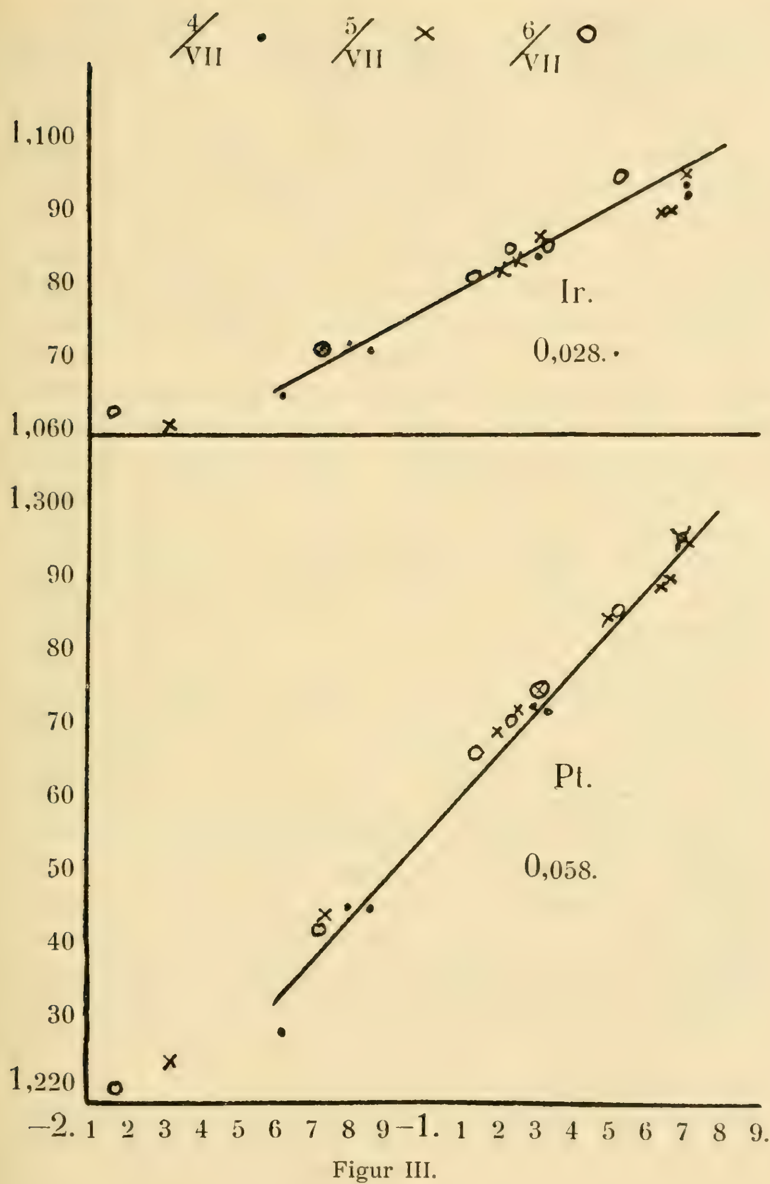
Aus den Versuchen geht hervor, dass die Potentialwerte bei der aufgebrannten Platinelektrode ungefähr 0,03 Volt niedriger ausfielen als die Spannungen bei den Platinblechelektroden. Dies beruht möglicherweise darauf, dass die aufgebrannte Elektrode nicht vollkommen rein erhalten werden konnte, so dass das Ozon in ihrer Nähe zerstört wurde. Dies stimmt mit den Erfahrungen aus früher ausgeführten Versuchen überein, aus welchen hervorgeht, dass auch platinierte Elektroden ständig niedrigere Oxydationspotentiale aufweisen als die glatten Platinbleche. Durch vorhergehende Wasserstoffbeladung stieg doch die Spannung bei der aufgebrannten, so dass die Differenz auf ungefähr 0,01 Volt herunterging. Bei der Polarisation mit Was-


23/VI
27/VI
28/VI
50
40
30
20
10
1,100
1,090
10
1,300
90
80
70
60
50
1,240
Ir.
0,025.
Pt.
0,044.
−2. 6 7 8 9 −1. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0. 1 2 3

Figur I.


1/VII
3/VII
20
10
1,100
90
1,080
Ir.
0,027.
20
10
1,300
90
80
70
60
50
40
30
1,220
Pt.
0,054.
−2. 3 4 5 6 7 8 9 −1. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0.

Figur II.


4/VII •
5/VII ×
6/VII o
1,100
90
80
70
1,060
Ir.
0,028.
1,300
90
80
70
60
50
40
30
1,220
Pt.
0,058.
−2. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 −1. 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

Figur III.

serstoff wurde doch stets die dünne Platinschicht beschädigt und aus diesem Grunde benutzte ich diese Elektrode nicht mehr bei den späteren Versuchen.

Die beiden Elektroden aus Platinblech gaben im Anfang Werte, welche, solange die Pole nur mit Chromsäure behandelt wurden, mit c:a 0,01 Volt differierten. Die Elektrode II zeigte so stets eine niedrigere .Spannung. Sobald jedoch eine vorhergehende Wasserstoffpolarisation und Behandlung mit Ferro-Ferrilösung stattgefunden hatte, so verschwand die Differenz und man erhielt, wie aus den Versuchen hervorgeht, beinahe dieselben Werte an beiden Polen, so dass die grössten Differenzen nur 1 bis 2 Millivolt betrugen. Dass derartige kleine Differenzen trotz aller Vorsicht auftreten können — schon durch Überführung der Elektroden von Gefäss zu Gefäss -- geht zur Genüge aus LUTHERS Versuchen hervor, bei welchen eine zufällige Berührung des Poles mit dem Finger das Potential mit 11 Millivolt erniedrigte und die Elektrode nahm die normale Spannung wieder an erst nach einer längeren Behandlung mit Eisenlösung.

Indessen findet man, dass sowohl Pt. als auch Ir. gut reproduzierbare Werte ergeben. Dass man keine so besonders grosse Genauigkeit erwarten kann und desshalb kleine Abweichungen auftreten, beruht darauf, dass die Potentialmessungen und die Ozonbestimmungen, wie sie hier ausgeführt sind, nicht vollkommen exakte sind. Bei den Messungen der E. K. wurde die Normalelektrode bei Zimmertemperatur gehalten, welche um mehrere Grade variierte (20—24° C), wogegen die Säure bei den meisten Versuchen kalt war, denn die Kombination sah folgendermassen aus:

$$\underbrace{\text{Pt saure Ozonlösung}}_{1^\circ} \quad \underbrace{\text{Säure Säure}}_{1\text{—}20^\circ +} \mid \underbrace{\text{1-n KCl. } Hg_2Cl_2\text{. Hg}}_{20^\circ +}$$

Nur bei einigen Versuchen bei Zimmertemperatur waren beide Hälften ungefähr gleicher Temperatur.

Was die Titration betrifft, so war allerdings durch die Benutzung von Kaliumpermanganat der Vorteil gewonnen, dass man sich von der Unsicherheit befreite, mit welcher z. B. LUTHERS und INGLIS Bestimmungen mit Jodkalium behaftet waren. Da trat nämlich eine „Nachbläuung“ auf, welche bei der Berechnung nicht berücksichtigt werden konnte. Trotzdem blieb doch die Ozonbestimmung bei denjenigen meiner Versuche, welche sehr geringe Konzentrationen betrafen, unsicher, da man unter solchen Verhältnissen bei der hier angewandten Restmethode mit einer sehr verdünnten Permanganatlösung arbeiten musste und so keinen scharfen Endpunkt erhalten konnte. Es geht auch deutlich aus einigen Experimenten hervor (5:te und 6:te Juli), dass Uebertitrationen stattgefunden hatte. Der Ozongehalt war hier so niedrig, dass derselbe unter 0,1 Millimol pro Liter blieb, und die hierbei erhaltenen Werte liegen deshalb auch in Fig. III nicht in der Richtungslinie des Leitstrahles.

Von wie grosser Bedeutung die Wasserstoffbeladung und die Behandlung mit Ferro-Ferrilösung für diese Potentialmessungen sind, geht deutlich bei einem Vergleich zwischen den Figuren I und II hervor. In der ersteren liegen die Werte sowohl für Pt. als auch für Ir. viel mehr zerstreut und ungefähr gleiche Ozonkonzentrationen gaben an den einzelnen Tagen recht verschiedene Potentiale.

LUTHER und INGLIS fanden, dass Platin- und Goldelektroden nicht allein konstantere sondern auch bedeutend höhere Potentiale ergaben, wenn man dieselben mit Wasserstoff beladet als bei einer Beladung mit Sauerstoff. Das Oxydationspotential nach einer vorhergehenden Wasserstoffbeladung war im Allgemeinen 20 bis 50 Millivolt höher als nach der Polarisation mit Sauerstoff. So weit dies Pt. betrifft, geht es auch aus meinen Versuchen (vergl. Fig. I und II und entsprech. Tabellen) hervor, dass die Wasserstoffbeladung die Potentiale mit 10—30 Millivolt über die Werte mit Chromsäurebehandlung erhöht. Für Iridium dagegen war das Verhältniss umgekehrt (siehe dieselben Figuren und Tabellen), denn hier trat ein 4 bis 10 Millivolt

niedrigeres Potential nach der Polarisation mit Wasserstoff auf.

Dazu geht auch aus Fig. I hervor, dass der Leitstrahl, welcher die Veränderung der E. K. mit der Ozonkonzentration angibt, nicht dieselbe Richtung einschlägt, falls die Pole nur mit Chromsäure gereinigt werden, als nach einer vorhergehenden Behandlung mit Wasserstoff und Ferro-Ferrilösung. Die Steigerung der Spannung mit zunehmendem Ozongehalt ist nämlich im vorhergehenden Falle bedeutend geringer und führt nicht zur Zahl 0,054 in der Konzentrationsfunktion, sondern man erhält nur 0,044. In derselben Weise erhält man auch für Iridium einen zu niedrigen Wert, nämlich nur 0,025 anstatt 0,027.

Es zeigte sich also hier, genau wie bei LUTHERS und INGLIS' Messungen, dass eine gewisse Vorbehandlung des Elektrodenmateriales notwendig war um vergleichbare und mit einander übereinstimmende Werte zu erhalten.

Ein Vergleich zwischen LUTHERS und INGLIS' und meinen Versuchsresultaten zeigt, dass eine recht gute Uebereinstimmung vorliegt. Die elektromotorischen Kräfte sind nach den Messungen der Ersteren für eine gewisse Ozonkonzentration doch etwas grösser als die Spannungen zu welchen meine Experimente führten. Dies ist deutlich eine Folge davon, dass wir ungleiche Methoden für die Bestimmung des Ozongehaltes anwandten, und dass die Möglichkeit einer Uebertitrierung bei den Versuchen von LUTHER und INGLIS grösser war in Folge der bei denselben auftretenden Nachbläuung. Folgende für blanke Platinelektroden geltende Tabelle veranschaulicht dies.

Luther & Inglis		Meine Versuche	
Volt.	Ozon. Millimol pro Liter.	Volt.	Ozon. Millimol pro Liter.
1,308	0,51	1,296	0,51
1,308	0,54	1,302	0,56
1,305	0,44	1,298	0,42
1,295	0,27	1,285	0,28
1,278	0,13	1,269	0,13
		1,275	0,15

STUERS Versuche sind niemals veröffentlicht worden, weshalb ein Vergleich zwischen den mit Iridiumelektroden erhaltenen Werten nicht möglich ist. Aus LUTHERS Referat geht aber doch hervor, dass die dort auftretenden Oxydationspotentiale ungefähr 200 Millivolt unter den Werten für Platin liegen. Dies stimmt auch gut mit meinen Resultaten überein.

In die Tabellen, welche die Versuchsresultate enthalten, sind auch die Werte für die Konstante E_0 für beide Arten von Elektroden aufgenommen worden, wie sie durch Berechnung aus der Gleichung

$$\pi\,(Pt, O_3) - \pi\,(Hg\ 1\text{-}n\ K\,Cl) = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln CO_3$$

erhalten werden.

Um einen deutlicheren Ueberblick zu erhalten, werden sie in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

23/VI	Pt.	1,302	Ir.	1,1265		
27/VI	„	1,307	„	1,126	Aufgebr. Pt.	1,272
28/VI	„	1,309	„	1,128	„ „	1,274

Daraus Mittelwert: Pt. 1,306-, Aufgebr. Pt. 1,273-, Ir. 1,127 Volt.

Die Versuche mit Wasserstoffbeladenen und Ferro-Ferribehandelten Elektroden resultieren in folgenden Mittelwerten:

30/VI	Pt.	1,318.	Ir.	1,121
1/VII	„	1,3174	„	1,1208
3/VII	„	1,3181	„	1,1216

Mittelwert. Pt. = 1,318- und Ir. = 1,121 Volt.

Die Experimente bei Zimmertemperatur 22°—24 führen schliesslich zu folgenden Werten für die Konstanten:

4/VII	Pt.	1,3146	Ir.	1,105
5/VII	„	1,316	„	1,105
6/VII	„	1,315	„	1,1065

Mittelwert für 22°—24°. Pt. = 1,315- und Ir. = 1,106 Volt.

Bei der Berechnung der Zahlen für 6/VII sind die exceptionell hohen Werte 1,331 Volt für Pt. und 1,117 Volt für Ir. ausgelassen, weil dieselben, wie schon früher hervorgehoben wurde, deutlich auf Fehlern bei der Ozonbestimmung beruhen.

Es geht hieraus hervor, dass eine ganz ausgeprägte Konstante für eine bestimmte Temperatur und einer gewissen Vorbehandlung der Elektroden erhalten wird. Diese beträgt für Platin 1,318- und für Iridium 1,121 Volt bei +1° C., wenn die Elektroden Wasserstoff-beladen und Ferro-Ferribehandelt sind. Für 22°—24° wurde die Zahl 1,315 Volt für Platin und 1,106 Volt für Iridium erhalten. Die Differenz zwischen den Oxydationspotentialen gemessen gegen Platin und Iridium beträgt demnach ungefähr 0,20 Volt. Wie aus den Tabellen hervorgeht, wurde die Konstante bei Platin etwas kleiner und bei Iridium etwas grösser, wenn die Elektroden nur mit Chromsäure gereinigt wurden, was auch mit dem Verhalten der E. K. in diesem Falle übereinstimmt.

Luther hat auch für den Fall, dass ein Mol Ozon in einem Liter gelöst sei, den Wert der elektromotorischen Kraft berechnet, d. h. die Konstante π_0 für Platinelektroden aus Ozon-Wasserstoffkette

$$\pi(Pt, O_3) - \pi(Pt, H_2) = \pi_0 + 0{,}054 \log C_{O_3} \text{ Volt}$$

und erhielt dabei für π_0 den Mittelwert $1{,}861 \pm 0{,}001$ Volt. Berechnet man aus Luthers Versuchsmaterial die Konstante ebenso wie bei der Berechnung der vorhergehenden Tabelle, so erhält man für π_0 den Wert $1{,}323 \pm 0{,}001$ Volt bei +1° C. Dies übersteigt den von mir gefundenen Wert mit ungefähr 5 Millivolt und diese kleine Differenz beruht wohl nur darauf, dass, wie schon hervorgehoben, die gegen eine gewisse elektromotorische Kraft entsprechende Ozonkonzentration nach Luther und Inglis etwas niedriger ist als wie ich sie erhielt.

Aus den angeführten Versuchen, welche zu verschiedenen Zeiten und von mehreren Experimentatoren ausgeführt sind, geht also hervor, dass nicht nur das Oxydationspotential, wie dasselbe faktisch aus den Experimenten bei Verwendung von ozonisierter Schwefelsäure erhalten wird, niedriger ist bei Iridiumelektroden als bei Platin, sondern dass auch die Konzentrationsfunktion dabei im ersteren Falle eine ganz andere als im spätern ist.

Bei glatten Iridiumelektroden tritt das Ozon demnach elektrochemisch zweiwertig auf, was man auch nach dem chemischen Verhalten desselben erwarten kann und die Konzentrationsfunktion wird durch die Formel

$$E = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln C$$

wiedergegeben.

Bei gleichartigen Platinelektroden tritt dasselbe einwertig auf und die Konzentrationsfunktion folgt der Gleichung

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln C.$$

Dessenungeachtet kann hieraus nicht die Schlussfolgerung gezogen werden, dass sich das Ozon in elektromotorischer Hinsicht verhalten solle, wie dies die Messungen der Beziehung der elektromotorischen Kraft zur Konzentration bei Anwendung von Platin- und Iridiumelektroden andeuten. Im Gegenteil muss man einen Grund für diese Anomalie suchen. Aus allen bisher angestellten Messungen geht hervor, dass der Potentialwert in hohem Grade von dem Elektrodenmaterial und auch teilweise von der Vorbehandlung der Elektroden abhängt. So zeigen schon LUTHERS und INGLIS' erste Versuche, dass eine Goldelektrode ein niedrigeres Oxydationspotential besitzt als Platina. Das Verhalten der Goldelektrode bei verschiedenen Ozonkonzentrationen wurde indessen von den Autoren nicht bestimmt. Genaue Messungen mit einer Iridiumelektrode zeigten, wie oben genügend hervorgehoben, dass das Potential nicht nur niedriger als beim Platin war, sondern dass auch

die elektromotorische Kraft dabei einer ganz anderen Ekvation folgt, das Ozon trat zweiwertig auf. Mittelst einer ausgeglühten Co_2O_3-Elektrode erhielt JAHN gewiss bedeutend höhere Werte als früher gefunden waren, aber eine Garantie dafür, dass die von ihm gemessene Spannung dem wirklichen Ozonpotential entspricht, gibt es nicht, denn das Ozon scheint mehrere Potentiale zu haben und bei Cobalt treten auch deshalb ganz andere Werte auf als bei anderen Metallen.

Alles dies scheint darauf hinzudeuten, dass man keine Schlüsse über den elektrochemischen Wert des Ozons aus der Bestimmung der Abhängigkeit der elektromotorischen Kraft von der Konzentration ziehen kann.

Man könnte deshalb zunächst denken, dass sowohl Platin als Iridium und andere edle Metalle, welche hier verwendet wurden, nicht unangreifbar sind, sondern dass dieselben in der Ozonlösung etwas oxydiert werden. Die Gegenwart dieser Oxyde, wie sie auch beschaffen und in wie geringer Menge sie immer vorhanden sein mögen, gibt sich doch stets elektromotorisch zu erkennen. Sie sind ja bis jetzt ziemlich hypothetisch und ein sicherer Beweis für ihre Existenz ist nicht vorhanden. Aber auch die Untersuchungen von JAHN und FOERSTER haben zu derselben Ansicht geführt, und als weiteren Beweis dafür, dass die edlen Metalle Pt. und Ir. doch nicht so unangreifbar sind wie man allgemein annimmt, möge hier eine von LUTHER und BRISLEE [1]) ausgeführte Untersuchung über das Verhältnis unangreifbarer Anoden insbesondere bei der Elektrolyse von Salzsäure angeführt werden. Sie fanden bei Anwendung von Platin- und Iridiumelektroden, dass die Zersetzungsspannung von der Natur der unangreifbaren Elektrode abhängig ist, so dass oft die verschiedenen „Knickpunkte“ nicht verschiedenen Vorgängen im Elektrolyten sondern verschiedenen Änderungen der Elektrodenoberfläche entsprechen, und sie betonen, dass man somit bei der Deutung einer Zersetzungsspannungskurve vorsichtig sein

---

[1]) Zeitschr. f. phys. Chemie 45 216 (1903).

muss, weil die Gestalt derselben von der Natur und dem Zustande der unangreifbaren Elektrode bedingt sein kann. Es möge zukünftigen Untersuchungen vorbehalten sein das Vorkommen und die Beschaffenheit der hier angedeuteten Platin- und Iridiumoxyde näher klarzulegen.

Helsingfors im Nov. 1910.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 10.

Redogörelse för fortgången af de astrofotografiska arbetena å observatoriet i Helsingfors under tiden Juni 1909 till Maj 1910.

Af

Anders Donner.

(Meddeladt den 19 December 1910).

Fotografiska upptagningar.

Med inbrottet af de mörka nätterna började det fotografiska arbetet den 10 Augusti 1909; det afslutades åter den 13 Maj 1910, då den ljusa årstiden hindrade dess fortsättande. Antalet observationsnätter fördelade sig på de särskilda månaderna på sätt som följer: Augusti 5, September 10, Oktober 3, November 9, December 2, Januari 3, Februari 1, Mars 6, April 13 och Maj 6. Fördelningen af de klara nätterna var sålunda mycket ojämn, motsvarande vårt klimats karaktär under senaste år, då efter en vacker förhöst följde en vinter med nästan ständig blida och mulen himmel, endast afbruten af en kallare period i midten af November, medan deremot våren från slutet af Mars var särledes vacker. Tack vare sistnämnda omständighet samt kölden i November är totalantalet klara nätter under hvardera halfåret mycket nära det normala: nämligen för höstsidan af arbetsåret 29, för vårsidan äfven 29, eller sammanlagdt 58 mot det normala af omkring 60.

Fotograferingsarbetet har varit egnadt *tvänne* hufvuduppgifter.

Den ena af dessa hänför sig till den *fotografiska himmelskartan*. Den andra beträffar realiserandet af ett förslag, som jag hade äran göra den i Paris i April 1909 församlade permanenta internationella komitén för himmelskartan och som af denna äfven antogs, nämligen att de observatorier, hvilka redan för en tid sedan slutfört sina arbeten för katalogen, skulle företaga nya upptagningar af de till sina zoner hörande katalogplåtarna. Förslaget hade jag redan tidigare framställt i den relation om de fotografiska arbetena på observatoriet i Helsingfors, som före kongressens början insändts till den permanenta komiténs byrå. Detsamma motiverades med önskvärdheten och möjligheten af att sålunda kunna bestämma stjärnors egenrörelser, hvilket äfven kunde vara af vigt vid katalogplåtarnas reduktion nämligen då det gällde att med hvarandra förbinda nära hvarandra liggande plåtar tagna vid af längre intervall skilda tider. Motiveringen för förslaget har vunnit ytterligare stöd genom den bestämning af egenrörelser, som doktor FURUHJELM företagit på grund af sådan jämförelse af tvänne plåtar af samma himmelstrakt.

Enligt förslaget skulle till minskande af olikheterna i refraktion, aberration och parallax de nya plåtarna tagas approximativt i samma timvinkel och vid samma tid på året som de tidigare, med hvilka de komme att jämföras. Tidsintervallen mellan de två upptagningarna fastställde komitén till minst tio år.

Då af sådana plåtar för himmelskartan som kunde tagas under hösten endast ett fåtal återstodo, kunde arbetstiden under September, Oktober och November väsendtligen användas för dessa *nyupptagningar af katalogfotografier*. Härtill begagnades ock sådana kvällar under April och Maj, då för starkt månsken eller ljusa nätter omöjligjorde fotografering med längre expositionstid. Af hela antalet regioner inom vår zon, hvilket är 1008, hafva sålunda under detta år redan 184 upptagits å nya katalogplåtar.

För vinnande af en öfverblick öfver de äldre katalogplåterna har af *mig* samt af doktor Furuhjelm och magister Iversen upprättats en förteckning upptagande regionerna i nummerföljd samt för enhvar af dem journalnummern i vår fotografiska observationsjournal för den katalogplåt, som redan utmätts eller der detta icke skett sannolikt kommer att mätas. Sedan ny katalogplåt af samma region tagits, kommer dennas journalnummer att införas på samma förteckning, så att man genast skall kunna finna de sammanhörande katalogplåtarna, då de komma att jämföras med hvarandra i stereokomparatorn. Ett sådant instrument har nämligen redan beställts af mig hos firman Zeiss i Jena.

Till ledning åter vid själfva fotograferingen af de nya katalogplåtarna har af magister Iversen upprättats en annan förteckning, som i ordning efter åratal, datum och journalnummer upptager såväl dessa som plåtregionens nummer, stjärntiden vid första expositionens början samt mikrometerinställningarna vid de olika poserna. Vid de nya observationerna kompletteras denna förteckning med den nya plåtens journalnummer, hvarigenom åter framgår plåtarnas sammanhörighet samt tillika att för denna plåts vidkommande nyupptagningen verkställts. Anteckning härom sker äfven i böckerna öfver regionerna. Denna senare förteckning ger sålunda äfven en öfversigt öfver huru arbetet med nyupptagningarna fortskridit.

Under vårsidan af året var åter arbetet å den *fotografiska himmelskartan* dominerande, emedan af detta arbete väsendtligen återstå endast sådana regioner, som blott då äro åtkomliga för fotografering. Sedan på grund af känsligare plåtar expositionstiderna kunnat förkortas, hafva af plåtar med *en* exposition af 40 minuters längd under året tagits 72, af dem åter med *tre* expositioner enhvar om 20 minuter tagits 48 plåtar. Skörden af *kartfotografier* under året har sålunda utgjort 120 stycken.

De i senaste årsredogörelse omnämnda upptagningarna af stjärnhoparna *h* och χ Persei, afsedda att utmätas i Groningen och korresponderande med andra tagna här för in-

emot 20 år sedan, hafva under året utförts och lämnat 6 nya plåtar.

Äfven böra antecknas 2 plåtar af karttrakter till slutförande af hopbringandet af det material, som enligt ett i senaste redogörelse omnämndt program skall begagnas för bestämning af stjärnors egenrörelser genom jämförelser af kartplåtar från möjligast vidt skilda tider.

Fotograferingsarbetet har utförts af *mig*, observatorn G. Dreijer, underchefen vid de astrofotografiska arbetena doktor R. Furuhjelm, samt assistenterna magister F. Iversen och studeranden A. Franck. Plåtarnas utveckling har varit ombetrodd för det mesta mag. Dreijer, delvis doktor Furuhjelm, medan jag handhaft deras preliminära granskning och inordnande i samt öfverhufvud vården af observatoriets fotografiska arkiv.

I sammansättningen af den vid arbetena sysselsatta personalen har endast den förändring inträdt, att fröken B. Gestrin med utgången af April månad för sjuklighet var tvungen att afgå från sin befattning.

Mätningar.

Mätningarna hafva detta år helt varit hänvända bestämningen af de rätvinkliga koordinaterna för stjärnorna på katalogplåtar, under begagnande såsom förut af den Repsold'ska mätningsapparaten. I detta arbete hafva deltagit frökarna N. Helin, H. Stenbäck, G. Helin och B. Gestrin.

Resultatet af detta arbete har blifvit att sammanlagdt under året mätts 13,045 stjärnpositioner och att antalet mätta plåtar härvid vuxit med 35, innehållande således enhvar af dessa plåtar i medeltal 373 stjärnor. Totala antalet hittills mätta plåtar stiger härigenom till 731 med tillsammans 166,205 stjärnpositioner. I medeltal innehåller sålunda hvarje af de hittills behandlade plåtarna 227 stjärnor.

Mätningarna hänföra sig så godt som uteslutande till plåtar tillhörande antingen det första bandet af vår fotografiska publikation eller ock slutet af det sista bandet; de senare plåtarna äro nämligen nödiga vid härledandet af de förbättrade konstanterna för de förra, då för detta ändamål plåtarna böra anslutas till andra närliggande.

För ofvannämnda 35 plåtar har jag genomgått och kontrollerat de för mätningarnas underlättande konstruerade kartorna samt dervid såsom förut på kartorna utmärkt de stjärnor hvilka borde mätas samt uppskattat dessas storleksklasser.

Nya kartor hafva af frökarna N. och G. Helin samt H. Stenbäck upprättats för 14 stycken katalogplåtar.

Beräkningar.

Härledningen af stjärnornas rätvinkliga koordinater sådana de framkomma på grund af mätningarna i hvarje läge af plåten behandladt för sig hafva, mest af frökarna N. Helin och Gestrin men delvis äfven af frökarna Stenbäck och G. Helin utförts för sammanlagdt 22 plåtar, förnämligast sådana som kort förut mätts.

Hufvudsakligen har dock vårt räknearbete varit koncentreradt på bearbetandet af Bd II af vår publikation, hvilket närmast är afsedt att utgifvas.

Hit hör den härledning af de slutligt förbättrade värdena för de rätvinkliga koordinaterna, som för tillsammans 65 plåtar utförts af fröknarna Stenbäck, N. och G. Helin och som jämte mätningarna upptagit största delen af deras arbetstid. Äfven herrar Furuhjelm, Iversen och Franck hafva, när sådant för fortgången af deras kalkyler varit nödigt, deltagit i detta arbete och utfört detsamma för 12 plåtar, hvarför totala antalet plåtar för hvilka detta slag af räkningar under året utförts stiger till 77. Hela bandet innehåller 126 plåtar. På samma gång och till kontroll

häraf hafva ock härledts de tillskott, som böra tilldelas de på grund af de första värdena på plåtens konstanter beräknade värdena för de korrigerade rätvinkliga koordinaterna för att sålunda erhålla de definitivt förbättrade.

Dessa herrars jämte magister DREIJER's hufvudarbete har dock utgjorts af dessa rätvinkliga koordinaters omvandling till definitiva rektascensioner och deklinationer, hvilka kalkyler af dem utförts för in summa 60 plåtar.

Doktor FURUHJELM har derjämte tagit del i ett arbete, som jag för de hittills utkomna två banden af vår publikation utfört ensam, nämligen de definitiva i rektascension och deklination uttryckta positionernas samt de definitiva storleksklassernas införande i manuskriptet till publikationen samt det i sammanhag härmed företagna sammanställandet af de särskilda positionerna och storleksbestämningarna för samma stjärna, hvilket skett å en sedelkatalog, deri hvar stjärna motsvaras af en skild lapp. Detta arbete är af särskildt stor betydelse, emedan det genom öfverensstämmelsen mellan de ur de särskilda plåtarna härledda resultaten för hvarje stjärna ger en omfattande kontroll på såväl mätningar som beräkningar. Der samstämmigheten icke är den fordrade, måste undersökas, huruvida och hvar ett fel i mätning eller beräkning föreligger, samt felet rättas. Detta kritik och omdöme fordrande göra är, ehuru det beträffar endast en ringa procent af antalet positioner, dock ganska obekvämt och derigenom tidsödande. Arbetet har af doktor FURUHJELM utförts för 21 plåtar.

En betydande del af *mitt* arbete under året har egnats förbättrandet af stjärnornas storleksklasser. Härför har ännu för 6 plåtar utförts de direkt uppskattade storleksklassernas reduktion till hvad de skulle varit, om stjärnan befunnit sig i plåtens centrum. Derefter har jag för 18 plåtar jämfört storleksklasserna med dem för samma stjärnor å de denna delvis täckande plåtarna. Dessa arbeten befunnos nämligen nödiga för att för samtliga de i detta band ingående plåtarna erhålla fullt säkra korrektioner till storleksklasserna.

Vid sammanfattandet af resultaten af storleksklassjämförelserna å två plåtar hafva stjärnorna fördelats i två grupper, åtskilda af storleksklassen $9^m,5$. För hvardera gruppen har sedan bildats ett medeltal af differenserna och hälften af detta tal har så betraktats såsom korrektion för storleksklassernas å den behandlade plåten reduktion till dem å den andra plåten. Sådana korrektioner hafva bildats såväl genom jämförelse af de plåtar som till omkring en fjärdedel täcka den i fråga varande som ock för dem som å samma parallell föregå och efterfölja denna och derför med denna hafva en randzon gemensam. Dessa korrektioner hafva derpå sammanförts till ett enda medeltal, hvarvid åt de ur jämförelsen med de förra plåtarna framgående talen gifvits hel, åt dem ur jämförelsen med de senare half vigt, och det så vunna talet har betraktats såsom korrektion till den betraktade plåtens storleksklasser i första approximation. Sedan äfven för de till denna anslutna plåtarna liknande korrektioner härledts, hafva dessa jämte plåtens nyss erhållna korrektion användts för härledandet af plåtens tillskottskorrektion, eller sålunda för bildandet af den andra approximationen. På motsvarande sätt har äfven en tredje och, om nödigt, en fjärde approximation erhållits. — Vid alla dessa kalkyler hafva de två grupperna af stjärnor, större och mindre än $9^m,5$, behandlats fullkomligt skildt för sig.

Samtliga dessa korrektioner för storleksklasserna hafva under året af mig härledts för alla de plåtar som tillhöra detta band.

De erhållna korrektionerna hafva antagits gälla för storleksklasserna $8^m,8$ och $10^m,5$, hvilka i genomsnitt utgöra medeltalen af storleksklasserna för stjärnorna inom hvardera gruppen. Korrektionerna för öfriga klasser hafva härur sedermera erhållits genom inter- resp. extrapolation och hafva derpå tillfogats de af doktor WESSELL tidigare funna korrektionerna för öfvergång till det af honom uppställda systemet.

För hvarje plåt har sålunda uppställts en tabell till reducerande af de direkt uppskattade och förut endast till

plåtens centrum korrigerade storleksklasserna så, att de omedelbart hänföras till nämnda system. Sådana tabeller har jag uppställt för 47 till bandet i fråga hörande plåtar. Tabellerna hafva sedan af doktor FURUHJELM användts vid de definitiva storleksklassernas införande i manuskriptet.

För att förbereda beräkningen af de definitivt korrigerade rätvinkliga koordinaterna har jag — för 88 plåtar — sammanställt de slutgiltiga konstanterna, sådana dessa framgå dels ur den första konstantbestämningen dels ur plåtarnas derpå skeende anslutning till hvarandra.

Katalog öfver stjärnor att nyobserveras.

Vid den internationella permanenta komiténs förut nämnda sammanträde i Paris våren 1909 egnades särskild uppmärksamhet åt frågorna dels om upprättandet af ett nytt system af fundamentalstjärnor såsom bas för hela den fotografiska stjärnkatalogen dels om nyobserverandet af en mängd härtill anslutna stjärnor för möjliggörandet af de olika plåternas eller de ur dem härledda stjärnpositionernas anslutande till nämnda fundamentalsystem. Då på grund af det för Helsingfors-zonen verkställda anslutandet af plåtarna till hvarandra reobserverandet af ett för plåtarnas af tidigare bestämningar oberoende reduktion tillräckligt antal stjärnor ansågs mindre nödigt än för andra fotografiska zoner, ansågs att detta arbete här kunde insbesparas och att i stället de nya bestämningarna endast skulle afse de ur hela vårt material framgående positionernas reduktion på det fundamentala systemet. Härigenom komme antalet stjärnor, som borde observeras, att kunna i hög grad minskas. Vid kongressen förklarade sig geheimerådet BACKLUND beredd att föranleda dessa observationers utförande å observatoriet i Pulkovo enligt plan hvarom mellan honom och mig öfverenskommelse borde träffas.

Under sommaren 1909 företog jag en resa till Pulkovo, hvarvid under en konferens med Herr BACKLUND samt Her-

rar KONDRATJEW och MORIN, hvilka skulle öfvertaga själfva observationerna, programmet för arbetet diskuterades på basen af ett af mig uppgjordt förslag. Enligt detta skulle en stjärnkatalog upprättas upptagande inom Helsingfors fotografiska zon belägna stjärnor i sådan fördelning, att fyra stjärnor komme att falla inom området af hvarje plåt och enhvar af dem möjligast nära midten af den fjärdedel, som två hvarandra täckande plåtar hafva gemensama. Invid dessa punkter, hvilkas koordinater å plåten äro nära $x = \pm 30'$ och $y = \pm 30'$, är stjärnans läge å hvardera plåten lika fördelaktigt och de der belägna stjärnorna böra ock genom plåtarnas anslutning till hvarandra blifva de bäst bestämda, hvarjämte fördelningen af stjärnorna inom zonen sålunda blir jämn. Äfven hvarje plåt tagen för sig stödes sålunda bäst vid möjligaste reduktion af totala stjärnantalet. Hvad valet af stjärnor för öfrigt beträffar, borde företrädesvis sådana af 7—9 storleksklassen utses, då starkare stjärnor mindre väl mätas på fotografierna och svagare åter göra svårigheter vid de direkta bestämningarna.

Förslaget antogs i sin helhet och till detsamma tillades endast, att äfven de i NYRÉNS förteckning öfver 1375 stjärnor ingående inom zonen fallande stjärnorna borde upptagas i denna katalog. At mig uppdrogs själfva katalogens sammanställande. Detta vidtog ock genast, så att redan under senare delen af sommaren 1909 observationerna i Pulkovo kunde vidtaga. De hafva sedan dess regelbundet fortgått. Den sista fjärdedelen af katalogen afgick härifrån till Pulkovo i januari 1910.

Katalogen omfattar 2382 stjärnor och är uppreducerad till medelekvinoktium 1910, o.

Sedermera uppstod frågan om att till denna första katalog lägga en annan med sådan fördelning af stjärnorna, att en stjärna skulle falla möjligast nära centrum af hvarje till vår zon hörande plåt. Berättelsen om denna plans utveckling och realiserande tillhör dock nästa års redogörelse.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar
Bd. LIII. Afd. A N:o 11.

Contribution à la flore bryologique de la Nouvelle Calédonie. III.

par

V. F. Brotherus.

Sphagnaceae.

* **Sphagnum Novae Caledoniae** Par. et Warnst. n. sp. [1])
In jugo Dogny, alt 1072 m (L. Le Rat).

* **Sphagnum Leratianum** Par. et Warnst. n. sp.
In jugo Dogny, alt 1072 m (L. Le Rat).

Dicranaceae.

Trematodon longifolius Broth. et Par.
Mont Mou (A. Le Rat).

* **Trematodon Baileyi** Broth.
Ile des Pins, loco paludoso pr. Watchia (L. Le Rat).

* **Trematodon Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Autoicus; tenellus, gregarie crescens, pallide viridis; *caulis* erectus, brevissimus, infima basi radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca crispula, humida patentia, e basi vaginante, ovali raptim anguste lanceolato-linearia, obtusiuscula vel subacuta, c. 2 mm longa, marginibus medio anguste recurvis, summo apice parce serrulatis, nervo lute-

---

[1]) Les espèces neuves à la Nouvelle Calédonie sont indiquées par un asterisque.

scente, continuo vel subcontinuo, cellulis laminalibus quadratis, usque ad apicem folii distinctis, basilaribus elongate rectangularibus; *bracteae perichaetii* altius vaginantes; *seta* c. 8 mm alta, sicca valde flexuosa, tenuissima, straminea; *theca* erecta, minuta, e collo haud strumoso, duplo longiore anguste oblonga, haud arcuata, fusca; *exostomii* dentes elongate lanceolato-subulati, apice integri, inferne inaequaliter divisi, rufescentes, longitudinaliter striolati, dense papillosi; *spori* c. 0,016 mm, dense papillosi; *operculum* e basi conica subulatum, subula tenuissima sporangium subaequante.

Ile des Pins, la Beie puante (L. Le Rat).

Species pulchella, foliis brevibus, seta brevi, theca erecta, minuta oculo nudo jam dignoscenda.

Ditrichum difficile (Dub.) Fleisch.

var. **robustum** (Besch.) Broth.

In montibus Crémon (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 945 m, Mé Areinbo et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Dicranella glauca Besch.

In regione Poindimié pr. Vagap et ad radices m. Panié (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 944 m et Ouaéoué (L. Le Rat).

Ile des Pins, inter Uambo et Gadge pr cataractam Thoparide (L. Le Rat).

Campylopodium euphorocladum (C. Müll.) Besch.

In jugo Dogny, alt 1050 m (L. Le Rat).

Ile das Pins, inter Watchia et la Mission (L. Le Rat).

Campylopodium Novae Caledoniae (C. Müll.) Par.

In jugo Dogny, alt. 1045 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Gadge (L. Le Rat).

Holomitrium mucronatum (Besch.) Thér.

Syn. *H. glyphomitrioides* Broth. et Par teste Thér.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, Pic Pembai, Mé Aréimbo et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Holomitrium vaginatum Brid.

var. **brevifolium** (Thér.) Thér.

Mont Mou (A. Le Rat).

* **Holomitrium pervaginatum** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus densis, rigidissimis, fuscescenti-viridibus, opacis; *caulis* adscendens, usque ad 1,5 cm longus, fusco-tomentosus, dense foliosus, dichotome ramosus, ramis erectis, brevibus, fastigiatis; *folia* sicca arcte adpressa, subincurva, humida stricta, erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi amplexante, breviter oblonga breviter lanceolata, obtusiuscula, integra vel summo apice subdenticulata, 2 mm vel paulum ultra longa, nervo basi c. 0,075 mm lato, continuo, dorso subruguloso, cellulis minutis, incrassatis, subquadratis, laevissimis, basilaribus laxis, teneris, oblongis, alaribus breviter rectangularibus, sat numerosis, luteis. Caetera ignota.

Pic Pembai, alt. 945 m, ad corticem arborum (L. Le Rat).

Species *H. mucronato* affinis, sed foliis erectioribus, multo brevioribus jam dignoscenda.

Leucoloma tenuifolium Mitt.

Inter Tao et Hienghene et in montibus Crémon (A. Le Rat).

Leucoloma kanakense Broth. et Par.

Mont Malaoui (A. Le Rat).

Dicranoloma perviride Broth. et Par.

Bracteae perichaetii vix ultra medium setae productae, a basi longe vaginante longe setaceo-subulatae, superne serrulatae; *seta* solitaria, c. 1,5 cm alta, flexuosula, lutescens, laevissima; *theca* suberecta, anguste cylindracea, haud strumulosa, sicca deoperculata sub ore constrictula, vix arcuatula, fusca. Caetera ignota.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat);

var. *abbreviatum* Broth. et Par n. var.

Caulis 1—3 cm longus; *folia* erecto-patentia; *seta* usque ad 2 cm alta; *theca* sicca deoperculata sub ore distinctius constricta, arcuatula.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Varietas *D. calycino* Broth. et Par. habitu valde similis.

* **Dicranoloma angustatum** Broth. et Par n. sp.

Dioicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus laxis, pallide viridibus, nitidiusculis; *caulis* usque ad 4 cm longus, erectus, fusco-tomentosus, densiuscule foliosus, simplex; *folia* patentia, canaliculato-concava, e basi oblonga sensim elongate lanceolato-subulata, c. 10 mm longa, basi c. 0,76 mm lata, apice anguste serrata, nervo tenui, breviter excedente, dorso superne spinoso-serrato, cellulis elongate linearibus, inter se porosis, superioribus multo brevioribus, breviter rectangularibus vel subquadratis, chlorophyllosis, basilaribus internis fusco-aureis, alaribus numerosis, hexagono-rotundatis, fuscis, marginalibus angustissimis, limbum hyalinum, pluriseriatum, superne sensim angustiorem efformantibus. Caetera ignota.

Iu silvaticis m. Panié, alt. 600 m et in ditione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Species *D. calycino* et *D. perviridi* habitu sat similis, sed nervo dorso superne spinoso-serrato jam diagnoscenda.

* **Dicranoloma dicarpoides** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustum, caespitosum, caespitibus densiusculis, fuscescenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* usque ad 4 cm longus, erectus vel adscendens, fusco-tomentosus, dense foliosus, dichotome ramosus; *folia* erecto-patentia, apicalia rarius falcatula, canaliculato-concava, e basi oblonga sensim elongate subulata, 8—10 mm longa, basi c. 0,25 mm lata, apice serrulata, nervo tenui, continuo, dorso superne minute serrulato. cellulis elongate linearibus, inter se porosis, apicalibus brevioribus, basilaribus internis aureis, marginalibus angustissimis, limbum pluriseriatum, hyalinum, latum, superne sensim angustiorem efformantibus, alaribus numerosis, hexagono-rotundatis, fuscis, omnibus laevissimis; *bracteae perichaetii* ultra medium setae productae, e basi longe vaginante, hyalina longe setaceo-subulatae, apice serrulatae; *setae* binae, c. 1,5 cm altae, strictiusculae, luteae, laevissimae; *theca* inclinata, asymmetrica, oblonga, distincte strumulosa, sicca deoperculata sub ore vix constricta, fuscidula. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1100 m (L. Le Rat).

Species *D. perviridi* Broth. et Par. habitu similis, sed setis binis nec non theca inclinata, oblonga, strumulosa oculo nudo jam dignoscenda.

* **Dicranoloma Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustum, caespitosum, caespitibus densiusculis, pallide viridibus, nitidiusculis; *caulis* usque ad 4 cm longus, erectus, fusco-tomentosus, dense foliosus, dichotome ramosus; *folia* flexuosulo-patula, canaliculato-concava, e basi oblonga sensim lanceolato-subulata, 7—8 mm longa, basi c. 0,25 mm lata, apice argute serrulata, nervo tenui, breviter excedente, dorso alato ibidemque superne dense et argute serrato, cellulis elongate linearibus, inter se porosis, superioribus minutis, irregulariter subquadratis, chlorophyllosis, basilaribus internis fusco-aureis, alaribus numerosis, hexagono-rotundatis, fuscis, marginalibus elongatis, angustissimis, limbum pluriseriatum, latum, hyalinum, superne sensim angustiorem efformantibus; *bracteae perichaetii* thecam superantes, e basi longissime vaginante longe setaceo-subulatae, superne argute serrulatae; *setae* binae, c. 1,5 cm altae, strictiusculae, luteae, laevissimae. Caetera ignota.

Mé Areimbo et in jugo Dogny (L. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat).

Species pulcherrima, habitu praecedenti sat similis, sed foliorum structura longe diversa.

Dicranoloma Franci Thér.

Mont Mou (A. Le Rat).

Dicranoloma Braunii (C. Müll.) Par.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Dicranoloma Deplanchei (Dub.) Par.

Inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

* **Dicranoloma Menziesii** (Tayl.) Par.

In jugo Dogny (L. Le Rat).

* **Dicranoloma submicrocarpum** Broth. et Par. n. sp.

Species *D. microcarpo* Broth. et Par. affinis, sed foliis superne argute serratis, summo apice obtuso dentibus nonnulis spiniformibus instructis dignoscenda.

Mont Mou, ster (A. Le Rat).

* **Leucoloma (Dicnemoloma) piliferum** Broth. et Par n. sp.

Dioicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus densis, fusco-viridibus, opacis; *caulis* procumbens, usque ad 5 cm longus, dense foliosus, valde ramosus et ramulosus; *folia* sicca flexuosulo-adpressa, humida erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi ovali lanceolato-subulata, brevissime pilifera, summo apice remote et minute serrulata, limbata, limbo angusto, hyalino, infra apicem folii evanido, nervo tenui, in pilum brevissimum, hyalinum, serrulatum excedente, cellulis incrassatis, superioribus lumine subrotundo, dorso papilla alta, curvatula praeditis, mediis lumine ovali vel oblonga, dorso verrucosis, basilaribus lumine lineari, laevissimis, alaribus numerosis, quadratis, fuscis. Caetera ignota.

In jugo Dogny catenae centralis, alt 1050 m s. m. (Louise Le Rat).

Species *L. Sieberi* (Hornsch.) affinis, sed statura robustiore foliisque piliferis dignoscenda.

* **Campylopus (Pseudocampylopus) mouensis** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; gracilis, caespitosus, caespitibus laxis, lutescenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* erectus vel adscendens, usque ad 1,5 cm longus, basi dense fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex vel furcatus; folia erecto-patentia, apice recurvo, canaliculato-concava, e basi oblonga sensim lanceolato-subulata, c. 4 mm longa, basi c. 0,45 mm lata, marginibus superne plus minusve conniventibus, apice minute denticulatis, nervo basi dimidiam partem folii occupante, cum apice folii evanido, cellulis apicalibus rhombeis, dein breviter rectangularibus et subquadratis, basilaribus multo laxioribus, rectangularibus, teneris, marginem versus multo angustioribus, alaribus parum numerosis, oblongis, fuscidulis; *seta* solitaria vel duae ex eodem perichaetio, c. 1 cm alta, tenuis, sicca erecta, flexuosula, humida cygnea, lutea; *theca* ovalis, regularis, sicca plicata, fuscidula; *operculum* e basi conica rostratum. *Calyptra* ignota.

Mont Mou, alt. 1000 m s. m. (A. Le Rat).

Campylopus polyanthus Besch.

Table Unio, alt. 1026 m et in Mont Mou (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Uero (L. Le Rat).

* **Campylopus caudatus** (C. Müll.) Mont.

Mont Mou (A. Le Rat); Mé Areimbo (L. Le Rat).

* **Campylopus clavatus** (R. Br.) Hook. fil. et Wils.

Mé Areimbo et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Campylopus introflexus (Hedw.) Mitt.

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat).

Campylopus Balansaeanus Besch.

In montibus Crémon (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Campylopus verrucosus Besch.

Table Unio, alt. 1026 m, Mont Malaoui et Mont Mou (A. Le Rat).

* **Pilopogon (Thysanomitrium) serrifolius** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustiusculus, caespitosus, caespitibus densis, lutescenti-viridibus, inferne nigrescentibus, nitidiusculis; *caulis* usque ad 6 cm longus, erectus, inferne fusco-rubro-tomentosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca imbricata, humida erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi oblongo-elliptica breviter lanceolato-subulata, brevipila, marginibus apice subconniventibus ibidemque plus minusve denticulatis, nervo basi quartam partem folii occupante, in pilum breve, robustum, hyalinum excedente, cellulis rhombeis, incrassatis, basilaribus internis multo laxioribus, oblongis, inter se valde porosis, externis multo minoribus, rectangularibus, teneris, hyalinis, alaribus numerosis ovali-hexagonis, fuscis. Caetera ignota.

Mont Mou, alt. 1000 m s. m. (A. Le Rat); Mé Areimbo (L. Le Rat).

Species *P. Blumei* (Doz. et Molk.) Broth. valde affinis, sed foliis apice denticulatis jam dignoscenda.

* **Pilopogon (Thysanomitrium) gibboso-alaris** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustus, caespitosus, caespitibus densis, lutescenti-viridibus, inferne nigrescentibus, nitidiusculis; *caulis*

usque ad 10 cm longus, erectus, in axillis foliorum fusco-tomentosus, dense foliosus, simplex vel furcatus; *folia* sicca imbricata, humida erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi oblonga sensim lanceolato-subulata, brevipila, marginibus apice subconniventibus, integris, nervo basi tertiam partem folii occupante, in pilum breve, serratum, hyalinum exedente, dorso lamellato, lamellis serratis, cellulis valde incrassatis, lumine angustissimo, inter se porosis, basilaribus rectangularibus, paulum incrassatis, marginem versus angustis, alaribus numerosis, subquadratis, fuscis, im ventrem valde excavatum dispositis. Caetera ignota.

Plateau de Dogny catenae centralis, alt. 1100 m s. m. (Louise Le Rat).

Species praecedenti affinis, sed statura robustiore, foliis integris, cellulis alaribus in ventrem excavatum dispositis optime diversa.

Metzleria neocaledonica Broth. et Par.

Platau de Dogny, alt. 1100 m (L. Le Rat).

Parisia neocaledonica Broth.

Pic des Sources, alt. 1025 m (A. Le Rat); Mé Areimbo (L. Le Rat).

Dicnemonaceae.

Synodontia spathoidea Dub.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat).

Synodontia cuspidata (Besch.) Broth.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Synodontia Pancheri (Besch.) Broth.

Pic des Sources (A. Le Rat); Mont Dzumac, Mont Malaoui et Mont Mou (A. Le Rat).

Synodontia seriata Broth. et Par.

In regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat); Montagne de Crémon (A. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat); inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat).

Synodontia falcata Broth et Par.

Pic des Sources (A. Le Rat); Pic Pembai, alt 945 m (L. Le Rat).

Synodontia cochlearifolia Thér.

Mé Areimbo (L. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat).

Synodontia planifolia (Besch.) Broth.

Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1045 m (L. Le Rat); in regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Synodontia subpilifera Broth. et Par.

In jugo Dogny, alt. 1045 m (L. Le Rat).

Eucamptodon squarrosus Besch.

Mont Malaoui copiose et Mont Mou (A. Le Rat); Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, Mé Areimbo et Pic Pembai (L. Le Rat).

Eucamptodon Balansaeanus Besch.

Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat).

Fissidentaceae.

* **Fissidens (Bryoidium) procerus** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustus, caespitosus, caespitibus densis, saturate viridibus, opacis; *caulis* erectus, usque ad 4 cm longus, cum foliis c. 3 mm latus, infima basi fusco-radiculosus, densiuscule foliosus, simplex vel vage ramosus; *folia* multijuga, patula, homomallula, oblonga, acuta, c. 1,7 mm longa et c. 0,57 mm lata, ubique limbata, limbo angusto, subcontinuo, lutescenti-viridi, aetate fuscescente, apice minute serrulato, lamina dorsali ad basin nervi enata ibidemque angusta, lamina vera paulum ultra medium folii producta, nervo pallido, infra summum apicem folii evanido, cellulis rotundato-hexagonis, 0,010—0,012 mm, chlorophyllosis, laevissimis; *seta* terminalis, raro pseudolateralis, c. 5 mm alta, tenuis, rubra; *theca* inclinata, paulum asymmetrica, ovalis pallida. Calyptra ignota.

Planta mascula ignota.

Pic Pembai, alt. 944 m s. m. (L. Le Rat); in montibus Crémon (A. Le Rat).

Species pulcherrima, statura robusta oculo nudo jam dignoscenda.

Fissidens minusculus Broth. et Par.

Magenta (A. Le Rat).

Fissidens rupicola Broth. et Par.

Ile des Pins (L. Le Rat).

Fissidens (Semilimbidium) corallicola Broth. et Par n. sp.

Dioicus; tenellus, caespitibus densiusculis, saturate viridibus, opacis; *caulis* usque ad 3 mm longus, cum foliis usque ad 1,1 mm latus, erectus vel arcuatulus, infima basi fusco-radiculosus, inferne remote, superne densiuscule foliosus, simplex; *folia* usque ad 10-juga, sicca homomallula, humida erecto-patentia, stricta, infima minuta, remota, superiora sensim majora, comalia e basi oblonga ligulata, breviter acuminata, obtusiuscula vel obtusa, integra, lamina vera ultra medium folii producta, basi plus minusve distincte limbata, lamina dorsali ad basin nervi enata ibidemque rotundata, nervo pallido, infra summum apicem folii evanido, cellulis rotundato-hexagonis, 0,005—0,007 mm, chlorophyllosis, papillosis, obscuris; *seta* c. 2 mm alta, tenuissima, lutea; *theca* erecta vel suberecta, minutissima, ovalis, pallida; *operculum* e basi conica aciculare; *calyptra* conica, papillosa.

Planta mascula ignota.

Ile des Pins, ad rupes corallinas (Louise Le Rat).

Species *F. rupicolae* Broth. et Par. valde affinis, sed foliis apice obtusis dignoscenda.

Fissidens subacutissimus Thér.

Inter Farino et Tendea (A. Le Rat).

Fissidens Leratii Broth. et Par.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

* **Fissidens (Crenularia) sparsus** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; tenellus, sparse crescens, viridissimus, opacus; *caulis* brevissimus, erectus, basi fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* infima remota, squamaeformia, comalia 3-juga, patentia, e basi angustiore elongate oblonga, breviter accuminata, acuta, usque ad 1,3 mm longa et 0,2 mm lata, haud limbata, marginibus ob cellulas prominentes acute

crenulatis, lamina vera ad medium folii producta, lamina dorsali ad basin nervi enata ibidemque angustata, nervo pallido, infra summum apicem folii evanido. cellulis rotundato-hexagonis, c. 0,010 mm, chlorophyllosis, papilla media instructis; *seta* terminalis, solitaria, 3 mm alta, tenuissima, lutea; *theca* erecta, minutissima, ovalis, pallida; *operculum* e basi conica aciculare; *calyptra* conica, papillosa.

Planta mascula femineae similis, androecio gemmiformi basilari.

Ile des Pins, forêt de Gadge, ad ligna putrida (Louise Le Rat).

Fissidens arcuatus Besch.

Mont Mou et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

Ile des Pins, Gadge et inter Uapan et Baie de Oupé (L. Le Rat).

Fissidens Kriegeri Besch.

In spelunca pr. Missionem Uaré (A. Le Rat); Pic Pembai, in jugo Dogny alt. 1050 m et Mé Areimbo (L. Le Rat).

Fissidens arboreus Broth.

In ditione Poindimié pr. Vagap, Pic des Sources et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); in jugo Dogny alt. 1050 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Condo (L. Le Rat).

Leucobryaceae.

Leucobryum serrifolium Broth. et Par.

Ile des Pins, Vao et Cascade Thopaade (L. Le Rat).

Leucobryum stenophyllum Besch.

Table Unio alt. 1026 m et Pic des Sources (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Leucobryum substenophyllum Broth. et Par.

In regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Ile des Pins, Vao et Uapan (L. Le Rat).

Leucobrym brachyphyllum Hamp.

In regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat); Boulouparis et inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat).

Leucobryum conocladum Besch.

Ad radices m. Panié, in montibus Crémon et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 944 m, in jugo Dogny, alt. 1050, Mé Areimbo et inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat).

Leucobryum neocaledonicum Dub.

In regione Poindimié pr. Vagap et ad Mé Areimbo (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m et Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

* **Leucobryum pentastichum** Doz. et Molk.

Pic des Sources (A. Le Rat); Plateau de Dogny alt. 1100 m (L. Le Rat).

Leucobryum Ludovicae Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustiusculum, pallide viride, opacum, *caulis* erectus, usque ad 3 cm longus, dense foliosus, dichotome ramosus, obtusus; *folia* erecto-patentia, profunde canaliculato-concava, e basi anguste oblonga sensim elongate lanceolata, obtusiuscula vel acuta, 4—5 mm longa, dorso laevia, marginibus involutaceis, integerrimis, nervo e stratis cellularum inanium duobus composito, strato dorsali hic illic 2—3 seriato, lamina pauciseriata, subcontinua; *seta* 2,5 cm alta, tenuis, flexuosula, rubra; *theca* horizontalis, minuta asymmetrica, obovata, plicata, fusca. Caetera ignota.

Planta cum *L. Bowringii* Mitt. comparanda, sed foliis multo brevioribus oculo nudo jam dignoscenda.

* **Leucophanes glauculum** C. Müll.

Inter Tao et Hienghene (A. Le Rat).

Octoblepharum albidum (L.) Hedw.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Pic Pembai et inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat).

Exodictyon dentatum (Mitt.) Card.

In ditione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Calymperaceae

Syrrhopodon tristichus Nees.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat); in silvaticis m. Panié, alt. 600 m (A. Le Rat).

Syrrhopodon Kindelii Broth. et Par.

Mé Areimbo et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat).

Syrrhopodon Le Ratii Broth. et Par.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat); Mont Panié (f. gracilior, foliis erectioribus, saepius obtusis (A. Le Rat).

* **Syrrhopodon (Eysyrrhopodon VII. Cavifolii) kuniensis** Broth. et Par n. sp.

Dioicus; gracilis, gregarie crescens, saturate viridis, opacus; *caulis* vix ultra 1 mm longus, fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca incurva, humida patula, e basi anguste oblonga late ligulata, breviter acuminata, obtusa, plerumque hyalino-mucronata, c. 2 mm longa, ad basin laminae dentibus aculeiformibus sat numerosis instructa, caeterum integra vel apice minutissime denticulata, limbata, limbo angustissimo, hyalino, infra apicem folii evanido, nervo tenui, infra summum apicem folii evanido, laevi, cellulis minutissimis, quadratis vel subrotundis, valde chlorophyllosis, papilla media, minuta, acuta instructis, basilaribus internis laxis, breviter rectangularibus, teneris, inanibus. Caetera ignota.

Ile des Pins, forêt de Gadge (L. Le Rat).

Species distinctissima, foliis apice integris vel subintegris, nervo laevi cellulisque minute papillosis facillime dignoscenda.

* **Syrrhopodon constrictus** Sull.

In regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

* **Syrrhopodon undulatus** Lindb.

In silvaticis m. Panié, alt. 600 m (A. Le Rat).

Syrrhopodon fasciculatus Hook et Grev.

In regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

var. **rhizophyllus** Broth. et Par. n. var.

Folia apice corpusculis numerosis, filiformibus, articulatis, fuscis instructa.

Creek Mendielo, affl. amnis Poindimié (A. Le Rat).

* **Syrrhopodon (Thyridium) subobtusifolius** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustiusculus, caespitosus, caespitibus densiusculis, viridibus, aetate lutescenti-viridibus, opacis; *caulis*

repens, fusco-tomentosus, dense ramosus, ramis erectis, usque ad 2 cm longis, dense foliosis, simplicibus, obtusis; *folia* sicca crispulo-imbricata marginibus undulatis, humida patentia, stricta, carinato-concava, e basi brevi, vaginante, superne dilatata late lineari-lanceolata, obtusa, mucronata, 3—3,5 mm longa, marginibus undulatis, im parte laminali minute denticulatis, limbata, limbo luteo, lutescente, superne sensim angustiore, infra summum apicem folii evanido, nervo crassiusculo, hyalino, subcontinuo vel in mucronem brevem excedente, dorso laevi, apice saepe corpusculis minutis, hyalinis, clavatis instructo, cellulis subrotundis, incrassatis, minutissime papillosis, basilaribus laxis, teneris, rectangularibus, inanibus. Caetera ignota.

Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat).

Species *S. obtusifolio* Lindb. habitu valde similis, sed foliis mucronatis, limbo infra apicem folii evanido dignoscenda.

Syrrhopodon polytrichoides Besch.

Ad radices m. Panié copiose (A. Le Rat).

Calymperes Novae Caledoniae Besch.

Ad radices m. Panié et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m, Mt. Malaoui et Mé Areimbo (L. Le Rat).

* **Calymperes denticulatum** C. Müll.

Creek Mindelio affl. amnis Poindimié (A. Le Rat).

Calymperes tenerum C. Müll.

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat); sine loco designato (Placide).

Pottiaceae.

* **Hymenostomum edentulum** (Mitt.) Besch.

Ile des Pins, inter Gadge et Uapan, Uapan et Otaro (L. Le Rat).

Weisia flavipes Hook. fil. et Wils.

Dent de St. Vincent, alt 1425 m (L. Le Rat); Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

* **Gymnostomum Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; tenerrimum, caespitosum, caespitibus mollibus, laxiusculis, laete viridibus, opacis; *caulis* erectus, usque ad 3 mm longus, infima basi fusco-radiculosus, laxe foliosus, simplex; *folia* sicca laxe flexuose adpressa, humida recurvo-patula, linearia, rotundato-obtusa, marginibus erectis, integris, nervo latiusculo, plus minusve longe infra apicem folii evanido, dorso superne scabro, cellulis subquadratis, chlorophyllosis, minute papillosis, pellucidis, basilaribus breviter rectangularibus, subinanibus, laevissimis. Caetera ignota.

Ile des Pins, Grotte de Uapan (L. Le Rat).

Species **G. calcareo** Bryol. germ. affinis, sed statura graciliore, foliis laxius dispositis, late rotundato-obtusis, cellulis majoribus, pellucidis, dignoscenda.

* **Gymnostomum calcareum** Bryol. germ.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

* **Trichostomum (Eutrichostomum) rigens** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus densis, rigidissimis, fusco-viridibus, opacis; *caulis* erectus, usque ad 1,5 cm longus, inferne fusco-radiculosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca adpressa, apice incurva, humida stricta, erecto-patentia, e basi latiore, oblonga sensim longe lanceolato-subulata, acuta, c. 4 mm longa, marginibus erectis, integerrimis, nervo crassiusculo, tereti, lutescente, continuo, dorso laevi, cellulis minutis, rotundato-quadratis, pellucidis, sublaevibus, inferne breviter rectangularibus, basilaribus laxis, teneris, oblongo-hexagonis vel rectangularibus, hyalinis, laevissimis. Caetera ignota.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Species distinctissima, rigiditate omnium partium oculo nudo jam dignoscenda.

Trichostomum verrucosum Broth. et Par.

Pic Pembai alt. 944 m (L. Le Rat).

Hyophila neocaledonica Broth. et Par.

Ile des Pins, Gadge, inter Watchia et Oupi, Baie pétrée et Uro (L. Le Rat).

Hyophila Combae Broth.

Ile des Pins, Uapan (L. Le Rat).

***Hyophila Micholitzii** Broth.

Table Unio, alt. 1027 m (A. Le Rat).

***Barbula comosa** Doz. et Molk.

Ile des Pins, Forêt d'Omagne (L. Le Rat).

Grimmiaceae

Glyphomitrium neocaledonicum Broth. et Par.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai, alt 945 m (L. Le Rat).

Orthotrichaceae.

Leratia neocaledonica Broth. et. Par.

Pic des Sources (A. Le Rat).

Macromitrium koghiense Thér.

var. **spiricaule** Broth. et Par. n. var.

Rigidius ; *folia* sicca distinctissime spiraliter adpressa, humida squarrosa.

Mé Areimbo (L. Le Rat).

***Macromitrium orthostichum** Nees.

Ad radices m. Panié (A. Le Rat).

Macromitrium pacificum Besch.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m et Mé Areimbo (L. Le Rat); Mont Malaoui et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

Macromitrium villosum (Besch.) Broth.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Condo et inter Uapan et Queiman (L. Le Rat).

var. **longisetum** Thér.

Mont Dzumac (A. Le Rat).

Macromitrium pulchrum Besch.

Pic des Sources (A. Le Rat); Dent de St. Vincent, alt. 1425 m et in jugo Dogny, alt. 1050 m L. Le Rat).

Macromitrium brevicaule Besch.

Ile des Pins, Cascades de Roumania (L. Le Rat).

Macromitrium neocaledonicum Besch.

Inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

* **Macromitrium (Goniostoma) Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum? Gracile, caespitosum, caespitibus laxiusculis, viridibus, aetate fuscescentibus, opacis; *caulis* elongatus, repens, fusco-radiculosus, dense ramosus, ramis erectis, brevissimis, dense foliosis, simplicibus; *folia ramea* sicca incurvo-inbricata, humida erecto-patentia, oblongo-ligulata, obtusa, mutica vel brevissime mucronata, c. 1,4 mm longa et c. 0,3 mm lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo crassiusculo, infra summum apicem folii evanido, cellulis minutissimis, haud incrassatis, quadratis vel subrotundis, chlorophyllosis, minute papillosis, basilaribus elongatis, incrassatis, lumine angustissimo, ad plicas parce tuberculosis; *bracteae perichaetii* foliis subsimiles; *seta* 5 mm vel paulum ultra alta, tenuis, strictiuscula, rubella, laevissima; *theca* erecta, oblonga, laevis, fuscidula, ore minuto, rubro plicatula; *peristomium* simplex; *exostomii* dentes breves, lineari-lanceolati, obtusi, dense papillosi; *spori* 0,020 mm, virides, laeves; *calyptra* uno latere profunde incisa, parce pilosa.

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat).

Species **M. cucullato** Thér. affinis, sed foliis latioribus, magis obtusis, cellulis basilaribus elongatis, valde incrassatis, tuberculosis et peristomio jam dignoscenda.

Macromitrium Le Ratii Broth. et Par.

Mont Mou, Table Unio, alt. 1026 m et Pic des Sources (A. Le Rat).

Macromitrium ptychomitrioides C. Müll.

Pic des Sources (A. Le Rat); Pic Pembai et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Funariaceae.

* **Physcomitrium minutulum** C. Müll.

Païta (A. Le Rat).

Physcomitrium subminutulum Broth. et Par. n. sp.,

Species praecedenti valde affinis, sed statura multo minore foliisque minutissime serrulatis, subintegris sporisque minoribus, aculeatis dignoscenda.

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat).

* **Funaria (Entosthodon) Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Autoica; gracilis, gregarie crescens, pallide viridis; *caulis* erectus, vix ultra 3 mm longus, basi fusco-radiculosus, simplex; *folia* inferiora remota, minuta, comalia conferta, multo majora, sicca contracta, difficiliter emollita, patula, e basi spathulata oblonga, lanceolato-acuminata, acuta, marginibus superne serrulatis, limbata, nervo rufescente, infra apicem folii evanido, cellulis laxis, teneris, oblongo-hexagonis basilaribus rectangularibus, marginalibus angustis, limbum distinctum, luteum efformantibus; *seta* 1 cm vel paulum ultra alta, tenuissima, rubra; *theca* erecta, collo sporangio oblongo breviore, fusca; *peristomium* 0; *spori* 0,020—0,025 mm, fusci, papillosi; *operculum* convexum, mamillatulum, cellulis in seriebus subrectis dispositis.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Funaria noumeana (Besch.) Broth.

Mont Mou, alt. 1000 m (A. Le Rat).

Funaria Bonati (Thér.)

Inter Farino et Table Unio (L. Le Rat).

Funaria calvescens Schwaegr.

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat).

Bryaceae.

Brachymenium indicum (Doz. et Molk.) Bryol. jav.
var. **corrugatum** Besch.

Ile des Pins, Uapan (L. Le Rat).

Brachymenium coarctatum Bryol. jav.

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat).

* **Bryum (Areodictyon) Ludoviciae** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; gracile, caespitosum, caespitibus mollibus, densis, pallide viridibus, vix nitidiusculis; *caulis* erectus, 2—4

mm longus, basi fusco-radiculosus, dense foliosus, parce ramosus vel simplex; *folia* suberecta vel erecto-patentia, concava, oblonga, breviter acuminata, acuta, marginibus erectis, integris, nervo tenui, vix ad medium folii producto, cellulis oblongo-hexagonis, laxis, teneris, parce chlorophyllosis, marginalibus angustis, limbum efformantibus. Caetera ignota.

Ile des Pins, Grotte au Watchia (Louise Le Rat).

Species minutie omnium partium jam dignoscenda.

* **Bryum (Apalodictyon) macroblastum** Broth. et Par. n. sp.

Species **B. ambiguo** Dub. valde affinis, sed foliis brevius et latius acuminatis, nervo infra apicem folii evanido cellulisque laxioribus dignoscenda.

Ile des Pins, Uro (L. Le Rat), sine loco de signato (c. fr., Placide).

* **Bryum (Erythocarpa) lonchopus** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, fuscescenti- vel lutescenti-viridibus, opacis; *caulis* erectus, brevissimus, erectus, innovationibus vix 5 mm longis, erectis, strictis, dense et aequaliter foliosis; *folia comalia* erecto-patentia, carinato-concava, ovato-lanceolata, aristata, 1,3 mm vel paulum ultra longa, indistincte limbata, marginibus revolutis, apice minute denticulatis, nervo crassiusculo, rufescente, in aristam strictam, denticulatam excedente, cellulis teneris, oblongo-hexagonis, basilaribus breviter rectangularibus; *seta* usque ad 5 cm alta, tenuissima, sicca flexuosula, lutescenti-rubra, nitidiuscula; *theca* inclinata, deoperculata horizontalis, cum collo sporangium breviore anguste pyriformis, macrostoma, pallide fusca; annulus latus, revolubilis; *exostomii dentes* lineari-lanceolati, subulati, lutei, minutissime papillosi, apice hyalini; *endostomium* hyalinum, dense papillosum; *corona basilaris* alta; *processus* lanceolato-subulati, carinati; *cilia* bina, bene evoluta, longe appendiculata; *spori* 0,005—0,007 mm, ochracei, laeves; *operculum* alte convexum, acutissime apiculatum, nitidum.

Mont Dzumac (A. Le Rat).

Ile des Pins, sine loco designato (Placide).

Species **B. erythrocarpoidi** Hamp. et C. Müll. affinis, sed

seta elongata nec non thecae forma et colore oculo nudo jam dignoscenda.

Bryum erythrocarpoides Hamp. et c. Müll.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

Bryum coronatum Schwaegr.

Ile des Pins, vulgatissime (L. Le Rat).

Bryum subfasciculatum Hamp.

In montibus Crémon et Mont Mou (A. Le Rat).

Ile des Pins, Forêt de Gadge et ad viam inter Gadge et Uapan (L. Le Rat).

Bryum leptophecium Tayl.

In montibus Crémon, Mont Mou et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m, Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, Pic Pembai et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

* **Bryum (Rosulata) lugubre** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus laxiusculis, rigidis, sordide atroviridibus, nitidiusculis; *caulis* erectus vel adscendens, usque ad 6 cm longus, inferne tomentosus, dense et aequaliter foliosus, plerumque simplex; *folia* erecto-patentia, carinato-concava, e basi elongate spathulata oblonga, breviter acuminata, plerumque breviter mucronata, c. 5 mm longa et c. 1,7 mm lata, marginibus inferne anguste recurvis, superne erectis ibidemque argute serratis, nervo superne multo angustiore, plerumque breviter excedente, cellulis oblongo-hexagonis (3 : 1 vel 4 : 1), pachydermibus, basilaribus rectangularibus, marginalibus angustissimis, limbum lutescentem, distinctissimum, pluriseriatum efformantibus. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Species **B. leptothecio** Tayl. affinis, sed rigiditate, caule elongato, foliis brevissime mucronatis, limbo distinctissimo cellulisque longioribus, pachydermibus dignoscenda.

Bryum Pancheri Jaeg.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Uro (L. Le Rat).

* **Bryum subpusillum** Broth. et Par. n. sp.

Species **Br. pusillo** Broth. habitu et foliorum forma simillima, sed statura robustiore et rigidiore, foliis comalibus statu sicco patentissimis, latius limbatis, laxius areolatis, nervo brevius excedente dignoscenda.

In regione Poindimié (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 945 m et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Uro (L. Le Rat).

Rhizogoniaceae.

Hymenodon sphaerotheca Besch.

Mé Areimbo, ad filic. arb. (L. Le Rat).

* **Hymenodon tenellus** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; tenellus, caespitosus, caespitibus densis, laete viridibus, fusco-tomentosis, opacis; *caulis* erectus, usque ad 1 cm longus, tenuissimus, inferne remote, superne densius foliosus, simplex; *folia* superiora sicca laxe imbricata, humida erecto-patentia, oblonga, obtusa, c. 0,90 mm longa et c. 0,22 mm lata, marginibus erectis, ob cellulas prominentes crenulatis, nervo tenui, pallido, in pilum longum, laeve excedente, cellulis rotundatis, dorso alte mamillosis, chlorophyllosis, obscuris. Caetera ignota.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

Species *H. sericeo* (Doz. et Molk.) Bryol. jav. affinis, sed statura multo minore oculo nudo jam dignoscenda.

Rhizogonium Novae Caledoniae Besch.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Boulouparis in reg. Cointio et inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat).

Ile des Pins, Vao (L. Le Rat).

Rhizogonium medium Besch.

Ad radices m. Panié (A. Le Rat); Mé Areimbo (L. Le Rat).

Ile des Pins, Watchia (L. Le Rat).

Mesochaete crenulata Broth. et Par.

Mont Mou (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Bartramiaceae.

Philonotis angustissima C. Müll.

Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat); Ouauéoué et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

Ile des Pins, de la 3:e à la 4:e commune par la Baie puante (L. Le Rat).

Philonotis praemollis Broth. et Par.

Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat).

* **Philonotis laxissima** (C. Müll.) Bryol. jav.

Ad radices m. Panié (A. Le Rat).

* **Philonotis (Philonotula) setosa** Broth. et Par. n. sp.

Robustiuscula, caespitosa, caespitibus densis, mollibus, lutescenti-viridibus, opacis; *caulis* usque ad 4 cm longus, erectus, fusco-tomentosus, dense foliosus, simplex; *folia* sicca laxe imbricata, humida erecto-patentia, e basi ovata lanceolato-subulata, longe aristata, marginibus anguste revolutis, argute serratis, nervo in aristam elongatam, serratam excedente, cellulis rectaugularibus, apice papillose exstantibus, basilaribus laxioribus, laevibus. Caetera ignota.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

* **Breutelia (Acoleos) neocaledonica** Broth. et Par. n. sp.

Dioica; gracilis, caespitosa, caespitibus densissimis, mollibus, fuscescenti-viridibus, opacis; *caulis* usque ae 9 cm longus, erectus, fere ad apicem fusco-tomentosus, dense foliosus, superne fasciculatim ramosus, ramis 3—4, brevibus vel longioribus, flexuosulis; *folia* erecto-patentia, haud plicata, e basi ovato-lanceolata sensim longe acuminata, longe aristata, marginibus anguste revolutis, nervo lutescente, in aristam elongatam, dense serrulatam excedente, superne dorso serrulato, cellulis anguste linearibus, apice papilla elevata instructis, pellucidis, basin versus sensim latioribus, alaribus sat numerosis, subquadratis. Caetera ignota.

Ad radices m. Panié (A. Le Rat).

Species *Ph. setosae* habitu simillima, sed foliorum areolatione densiore, cellulis alaribus sat numerosis, subquadratis dignoscenda.

Spiridentaceae.

* **Spiridens Reinwardtii** Nees.

Dent de St. Vincent., alt 1425 m, Boulouparis in reg. Cointio, inter Boulouparis et Thio et Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat); in montibus Crémon (A. Le Rat).

Spiridens Vieillardi Schimp.

Mont Malaoui et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Weberaceae.

Webera aristatula Broth. et Par.

Ad radices m. Panié et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

Polytrichaceae.

Pogonatum neocaledonicum Besch.

Creek maritime et Col Toma (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat).

Pogonatum circinatum Besch.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); Boulouparis in reg. Cointio et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Cryphaeaceae.

Cryphidium fasciculatum (Dub.) Broth.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat); Table Unio, alt. 1026 m et ad rupes in insula torrentis Pependiaon, socia *Pterobryellae vagapensis* (forma foliis distinctius serrulatis, A. Le Rat).

Cyrtopodaceae.

Bescherellea elegantissima Dub.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, Pic Pembai, alt. 944 m et Boulouparis in reg. Cointio (L. Le Rat); Pic des Sources (A. Le Rat).

Echinodiaceae.

Echinodium hispidum (Hook. fil. et Wils.) Jaeg.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, Mé Areimbo, Pic Pembai et in jugo Dogny, alt. 1059 m (L. Le Rat).

Echinodium falcatulum Broth. et Par.

Mont Mou (A. Le Rat).

Ptychomniaceae.

Ptychomnium aciculare (Brid.) Mitt.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Pic Pembai, inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat); Mont Mou (A. Le Rat).

Myuriaceae.

Myurium rufescens (Reinw. et Hornsch.) Fleisch.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai (L. Le Rat(.

Neckeraceae.

Trachyloma Novae Caledoniae Broth. et Par.

In jugo Dogny, alt. 1045—1072 m et Mé Areimbo (L. Le Rat); Mt. Mou (A. Le Rat).

Euptychium spiculosum (Broth. et Par.) Thér.

Mé Areimbo et Pic Pembai (L. Le Rat); Mont. Malaoui (A. Le Rat).

Euptychium dumosum (Besch.) Broth.

In jugo Dogny, Mé Areimbo et Pic Pembai (L. Le Rat); Pic des Sources et in ditione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Euptychium austro-caledonicum (Besch.) Broth.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Euptychium cuspidatum (Mitt.) Broth.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat); Pic des Sources, Table Unio, alt. 1026 m et Mont Malaoui (A. Le Rat).

* **Euptychium pungens** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; gracile, pallide viride, nitidum; *caules secundarii* numerosi, usque ad 6 cm longi, stricti vel flexuosuli, densiuscule foliosi, foliis seriatim dispositis, haud complanati, simplices vel parce divisi; *folia* patula, apicalia arcte adpressa, cuspidem brevem efformantia, profunde plicata, lanceolato-subulata, usque ad 5 mm longa, basi c. 0,17 mm lata, marginibus erectis, superne minute denticulatis, enervia, cellulis elongatis, incrassatis, lumine angustissimo, serpentino, basilaribus infimis abbreviatis, inter se porosis, aureis, alaribus paucis, subrotundis, aureis, omnibus laevissimis. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Species distinctissima, praecedenti affinis, sed foliorum forma jam facillime dignoscenda.

* **Pterobryella spininervis** Broth. et Par n. sp.

Robustiuscula, laete viridis, nitida; *caulis secundarius* basi simplex, foliis squamaeformibus, remotis, saepe destructis praeditus, dein dense et regulariter pinnatus, ramis patentibus, vix ultra 1,5 cm longis, dense foliosis, subteretibus, simplicibus vel plus minusve ramulosis, ramis et ramulis obtusis; *folia caulina* suberecta, ovato-lanceolata, brevissime acuminata marginibus erectis, minute serrulatis, nervo crassiusculo, in mucronem robustum, perbrevem, obtusum excedente, dorso superne remote spinoso-serrato, cellulis anguste linearibus, apice papillose exstante, basilaribus brevioribus, et laxioribus, infimis aureis, *ramea* minora, laxe imbricata, concava, laevia, oblonga, obtusissima, brevissime mucronata, nervo dorso superne dense et argute serrato. Ceetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, unde specimen unicum, incompletum reportavit D:na L. Le Rat.

Species pulcherrima, cum nulla alia commutanda.

Pterobryella vagapensis C. Müll.

In jugo Dogny, alt. 1100 m et Mé Areimbo (L. Le Rat); ad rupes in insula torrentis Pependiaon, in ditione Poindimié pr. Vagap et Mont Malaoui (A. Le Rat).

Symphysodon subneckeroides Broth.

Mont Malaoui copiose (A. Le Rat).

* **Symphysodon enervis** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; robustus, fuscescenti-viridis, nitidus; *caulis secundarius* 5 cm longus, strictus, inferne simplex, squamis adpressis obtectus, dein dense tereti-foliosus, dense pinnatim ramosus, ramis erecto-patentibus, usque ad 2 cm longis, strictis, dense foliosis, simplicibus, obtusis; *folia* patentia, cochleariformi-concava, laevia, oblonga, subito im acumen elongatum, lanceolato-subulatum attenuata, marginibus superne conniventibus, integris vel apice minutissime serrulatis, enervia, cellulis anguste linearibus, basilaribus infimis laxis, abbreviatis, inter se porosis, alaribus vix diversis. Caetera ignota.

Species pulcherrima, habitu praecedenti simillima, sed foliis enervibus jam dignoscenda.

Papillaria deltoidea (Besch.) Jaeg.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Pic Pembai et Boulouparis in reg. Cointio (L. Le Rat); Table Unio, alt. 1026 m, Mont Mou et Mont Malaoui (A. Le Rat).

* **Papillaria kermadecensis** (C. Müll.) Jaeg.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

* **Papillaria amblyacis** (C. Müll.) Jaeg.

Pic Pembai (L. Le Rat).

* **Papillaria intricata** (Mitt.) Broth.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

* **Meteorium Ludovicae** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; robustiusculum, laete viride, aetate fuscescens vel nigrescens, nitidum; *caulis secundarius* elongatus, pendulus, flexuosus, irregulariter pinnatim ramosus, ramis patulis, dense foliosis, brevibus, simplicibus vel longioribus, parce ramulosis, obtusis; *folia* imbricata, cochleariformi-concava, pluries plicata, ramea e basi cordata ovato-oblonga, raptim in acumen brevius, subulatum vel longius, subpiliforme atte-

attenuata, marginibus superne subconniventibus ibidemque ob papillas prominentes minutissime crenulatis, nervo tenui, ultra medium folii evanido, cellulis angustissimis, flexuosulis, incrassatulis, papilla media, minuta, acuta instructis, basilaribus brevioribus et latioribus, inter se porosis, apicalibus et alaribus ovalibus. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Dent de St. Vincent, alt. 1425 m et ad amnem Ouamonlon in regione Cointio (L. Le Rat).

Species *M. Miqueliano* (C. Müll.) Fleisch. valde affinis, sed statura graciliore faciliter dignoscenda.

* **Aërobryopsis lanosa** (Mitt.) Broth.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

* **Aërobryopsis longissima** (Doz. et Molk.) Fleisch.

Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat); in regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Re Rat).

Floribundaria floribunda (Doz. et Molk.) Fleisch.

Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat); inter Farino et Table Unio, alt. 1026 m, Mont Panié et in regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

* **Barbella trichophoroides** (Hamp.) Broth.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Trachypus Novae Caledoniae C. Müll.

In jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai (L. Le Rat); Mont Mou, ad radices m. Panié, Table Unio, alt. 1026 m et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

Orthorrhynchium cylindricum (Lindb.) Broth.

Inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat); in ditione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

* **Himanthocladium loriforme** (Bryol. jav.) Fleisch. Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat).

Himanthocladium Bauerlenii (Geh.) Fleisch.

Ad radices m. Panié in regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Neckeropsis Lepineana (Mont.) Fleisch.

Montagne de Crémon (A. Le Rat); Table Unio, alt. 1026 m, in jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat).

Calyptothecium Bernieri Broth. n. sp.

C. philippinense Broth. in Cootr. I. p. 17 nec Broth. in Monsunia I. p. 48.

Species cum *C. Urvilleano* (C. Müll.) Broth. statura foliorumque forma et structura omnino conveniens, sed ramis irregulariter dispositis, laxius foliosis oculo nudo jam dignoscenda.

Nova Caledonia, sine loco designato (Bernier in Herb. Mus. Paris.); in regione Poindimié fr. Vagap et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); Mé Areimbo et Boulouparis in regione Cointio (L. Le Rat); Mt. Malaoui (Etesse).

Calyptothecium subhumile Broth.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1072 m (L. Le Rat).

* **Calyptothecium subacutum** Broth. et Par. n. sp.

Gracilescens; *caulis secundarius* 20 cm vel paulum ultra longus, laxiuscule et complanate foliosus, parce ramosus, ramis patulis, brevibus, strictis vel longioribus, curvatis; *folia* asymmetrica, patula, concaviuscula, undulata, e basi semiamplectante, minute auriculata ovato-ligulata, late acuta, marginibus ubique minutissime serrulatis, nervo tenui, ultra medium folii evanido, cellulis anguste linearibus, apicalibus rhombeis, basilaribus infimis laxis, fusco-aureis. Caetera ignota.

Mé Areimbo (L. Le Rat).

Species *C. acuto* (Mitt.) Broth. habitu similis, sed foliis late acutis jam diversa, a *C. Bernieri* statura minore foliisque minute auriculatis dignoscenda.

* **Homaliodemdron flabellatum** (Dicks.) Fleisch.

Mt. Mou, Mt. Panié et inter Tao et Hienghene (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 945 m et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Homaliodendron scalpellifolium (Mitt.) Fleisch.

Pic Pembai, alt. 945 m (L. Le Rat).

Thamnium eflagellare Aongstr.

In regione Poindimié pr. Vagap, in silvaticis summimontis Malaoui, inter Farino et Table Unio et Table Unio,

alt. 1026 m (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Lembophyllaceae.

Camptochaete porotrichoides (Besch.) Broth.

Montagne de Crémon et Mt. Malaoni (A. Le Rat); Boulouparis in regione Cointio, inter Boulouparis et Thio, in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

* **Camptochaete robusticaule** Broth. et Par. n. sp.

Species praecedenti valde affinis, sed statura duplo robustiore ramisque teretibus nec complanatis oculo nudo jam dignoscenda.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

* **Camptochaete pilotrichelloides** Broth. et Par. n. sp.

Caulis secundarius usque ad 24 cm longus, pinnatim ramosus, ramis patentibus, plerumque vix ultra 1 cm longis, rarius longioribus, parce ramulosis, teretibus, attenuatis; *folia* ut in *C. porotrichoide*.

Mt. Panié, alt. 600 m in silva (A. Le Rat).

Entodontaceae.

Entodon pallidus Mitt.

In regione Poindimié et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Forêt de Uapan, forêt de Condo et forêt d'Omagne (L. Le Rat).

Entodon Pancherianus Besch.

Montagne de Crémon et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Hookeriaceae.

Distichophyllum Mittenii Bryol. jav.

Mé Areimbo (L. Le Rat).

* **Distichophyllum (Discophyllum) apiculigerum** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; gracile, caespitosum; caespitibus densiusculis, late extensis, mollibus, pallide glaucescenti-viridibus, opacis; *caulis* usque ad 1 cm longus, adscendens, fusco-radiculosus,

dense foliosus, complanatus, cum foliis c. 2 mm latus, subfasciculatim ramosus; *folia* laterialia erecto-patentia, e basi brevissime spathulata ovalia, obtusissima, apiculata, integerrima, nervo tenuissimo, ultra medium folii evanido, cellulis rotundato-hexagonis, leptodermibus, superioribus 0,010—0,015 mm, internis basin versus sensim majoribus laxe oblongo-hexagonis, marginalibus angustissimis, limbum triseriatum, lutescentem efformantibus; *seta* c. 1 cm alta, tenuis, rubra, laevis. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, ad corticem arborum (L. Le Rat).

Species *D. koghiensi* Thér. affinis, sed foliis cellulis dupco minoribus et latius limbatis dignoscenda.

* **Distichophyllidium muticum** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; gracile, caespitosum, caespitibus laxiusculis, mollibus, saturate glauco-viridibus, opacis; *caulis* usque ad 8 mm longus, adscendens, fusco-radiculosus, laxiuscule foliosus, complanatus, cum foliis c. 2 mm latus, simplex vel subsimplex; *folia lateralia* patentia, e basi brevissime spathulata ovalia, rotundato-obtusa, integerrima, nervo tenuissimo, ultra medium folii evanido, cellulis rotundato-hexagonis, leptodermibus, 0,015—0,020 mm, basilaribus laxe oblongo-hexagonis, marginalibus angustissimis, limbum 1—2 seriatum, lutescentem efformantibus; *seta* 5—7 mm alta, tenuissima, rubra, laevissima; *theca* subhorizontalis, minutissima, obovata, longicollis, fusca; *exostomii* dentes lanceolati, albidi, dense papillosi, linea media flexuosa notati, dense et humiliter lamellati; *endostomium* albidum, dense papillosum; *corona basilaris* humillima; *processus* quam dentes longiores, anguste lineari-lanceolati, carinatuli, linea media integra notati; *spori* c. 0,010 mm, fusci, sublaeves; *operculum* e basi cupulato recte aciculare; *calyptra* laevis.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, ad corticem arborum (L. Le Rat).

Species pulcherrima, *D. jungermanniaceo* (C. Müll.) Fleisch. affinis.

Callicostella papillata (Mont.) Mitt.

Mont Malaoui et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Ile des Pins, Condo et Watchia, in silvis (L. Le Rat).

Cyclodictyon Bescherellei (Par.) Broth.

Mont Malaoui et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); Pic Pambai et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Hypopterygiaceae.

Hypopterygium Bonati Thér.

Mé Areimbo (L. Le Rat); Mont Mou (A. Le Rat).

Hypopterygium javanicum (Hamp.) Jaeg.

Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat); Mont Mou (A. Le Rat).

* **Hypopterygium (Lopidium) parvulum** Broth. et Par. n. sp.

Dioicum; tenellum, caespitosum, caespitibus laxiusculis, pallide viridibus, opacis; *caulis primarius* elongatus, filiformis, plus minusve fusco-radiculosus; *caules secundarii* sat numerosi, vix ultra 1 cm longi, cum foliis usque ad 2 mm lati, densiuscule foliosi, parce ramulosi vel simplices, superne fila articulata, fusca gerentes; *folia* sicca homomalla, humida stricta, patentia vel patula, elongate oblonga, breviter acuminata, mucronata, apice denticulata, latere inferiore limbata, limbo angusto, hyalino, longe infra apicem folii desinente, nervo sat tenui, in mucrone desinente vel infra apicem folii evanido, cellulis rotundato-hexagonis, haud incrassatis, superioribus c. 0,010 mm, pellucidis; *amphigastria* multo minora, e basi subcordata lanceolata, acutissima, superne parce denticulata, utrinque angustissime limbata, nervo subcontinuo. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1045 m (L. Le Rat).

Species *H. Bonatii* Thér. et *H. tricholado* Br. jav. affinis, sed cellulis laxioribus teneris jam dignoscenda.

* **Hypopterygium ceylanicum** Mitt.

In jugo Dogny, alt. 1045 m (L. Le Rat); inter Farino et Table Unio (A. Le Rat).

Hypopterygium neocaledonicum Besch.

In montibus Crémon, Pic des Sources et Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat).

Rhacopilaceae.

Rhacopilum pacificum Besch.

var. **gracilescens** Besch.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, Pic Pembai et inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat); Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Ile des Pins, Condo et Watchia (L. Le Rat).

Rhacopilum spectabile Reinw. et Hornsch.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat); Mont Mou, ad radices m. Panié et in montibus Crémon (A. Le Rat).

var. **aquaticum** Broth. et Par. n. var.

Gracile; caulis longissimus, vix tomentosus, laxe foliosus, parce ramosus; folia minutius serrulata.

Table Unio, alt. 1026 m et Mé Areimbo (L. Le Rat); in ditione Poindimié pr. Vagap et Mont Malaoui (A. Le Rat).

Powellia acutifolia Broth.

Mont Malaoui et inter Farino et Col d'Annieu (A. Le Rat); inter Boulouparis et Thio, in jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat).

Leskeaceae.

Thuidium subtrachypodum Broth. et Par.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

Ile des Pins.

Thuidium neocaledonicum Thér.

Dent de St. Vincent, alt. 1425 m, in jugo Dogny, alt. 1050 m, in montibus Crémon et Pic Pembai, alt. 946 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Vao (L. Le Rat).

* **Thuidium cymbifolium** (Doz. et Molk.) Bryol. jav.

Mont Mou (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m et Mé Areimbo (L. Le Rat).

Thuidium nutans Besch.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Herpetineuron Toccoae (Sull. et Lesq.) Card.

In regione Poindimié pr. Vagap et in silvaticis m. Panié (A. Le Rat).

Hypnaceae.

Ctenidium pubescens (Hook. fil. et Wils).

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Ectropothecium verrucosum (Hamp.) Jaeg.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat); Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat).

Ile des Pins, Uapan, Vao et Gadge, in silvis (L. Le Rat).

var. **sericeum** Broth. et Par. n. var.

Pallide lutescenti-viride, sericeo-nitidum; *folia* longe subulato-acuminata.

Ile des Pins, Uapan, ad ligna putrida (L. Le Rat).

Ectropothecium distichellum (C. Müll.) Kindb.

Pic Pembai, alt. 945 m, Mé Areimbo et Boulouparis in reg. Cointio, in jugo Dogny, alt. 1050 m et Mt. Malaoui (L. Le Rat); Creek maritime in parte sept. insulae, Table Unio, inter Farino et Table Unio et in montibus Crémon (A. Le Rat).

Ectropethecium subobscurum Thér.

Ad radices montis Panié (A. Le Rat).

Ile des Pins, Condo, in silva (L. Le Rat).

var. **majus** Broth. et Par. n. var.

Robustiusculum; caulis elongatus; *folia* anguste acuminata.

In fauce Magenta, ad scaturiginem siliceam (A. Le Rat).

* **Ectropothecium pulchellum** Broth. et Par. n. sp.

Tenellum, caespitosum, caespitibus densis, mollibus, late extensis, laete viridibus, aetate lutescentibus, nitidis; *caulis* elongatus, laxiuscule et valde complanate foliosus, irregulariter et remote pinnatim ramosus; *folia* disticha, patentia, concaviuscula, ovato-lanceolata, breviter acuminata, marginibus erectis, serrulatis, enervia, cellulis linearibus, teneris, apice papillose exstante, alaribus haud diversis.

Inter Tao et Hienghene, ad corticem arborum (A. Le Rat).

Species pulcherrima, tenella, cum praecedente comparanda.

Ectropothecium subpulchellum Broth. et Par. n. sp.

Species praecedenti valde affinis, sed statura duplo majore foliisque latioribus, brevius acuminatis, nervis binis, longiusculis dignoscenda.

Ile des Pins, Uaré (L. Le Rat).

* **Ectropothecium corallicola** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; tenellum, pallide lutescenti-viride, nitidum; *caulis* elongatus, per totam longitudinem radiculis fuscis substrato affixus, dense et valde complanate foliosus, pinnatim ramosus, ramis patulis, valde complanatis, cum foliis usque ad 1,5 mm latis, brevibus, simplicibus vel longioribus, parce ramulosis; *folia* disticha, indistincte falcatula, concaviuscula, ovato-lanceolata, breviter subulato-acuminata, marginibus erectis, apice minute serrulatis, enervia, cellulis angustissime linearibus, laevibus, alaribus haud diversis; *bracteae perichaetii* internae suberectae, e basi vaginante longe et anguste subulatae, subula minutissime serrulata; *seta* vix ultra 1 cm alta, tenuissima, rubra, laevissima. Caetera ignota.

Ile des Pins, ad rupes corallinas arcte adhaerens (L. Le Rat).

Species *E. Le Ratii* Broth. et Par. habitu sat similis, sed statura paulum majore, foliis falcatulis et seta breviore dignoscenda.

* **Ectropothecium cupressinatulum** Broth. et Par. n. sp.

Gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, depressis, rigidis, viridibus, aetate pallescentibus, nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens, pinnatim ramosus, ramis dense foliosis, vix complanatis, brevioribus, vix ultra 1 cm longis, simplicibus vel longioribus, pinnatim ramulosis; *folia* falcata, concaviuscula, ovato-lanceolata, subulato-acuminata, marginibus erectis, superne serrulatis, nervis binis, brevibus vel nullis, cellulis breviter linearibus, apice papillose exstante, basilaribus infimis laxis, alaribus paucissimis, laxis, hyalinis. Caetera ignota.

Inter Tao et Hienghene (typus) et ad radices m. Panié (A. Le Rat); Mé Areimbo (L. Le Rat). Rupicola ut videtur.

Species cum *E. cupressinato* (C. Müll.) comparanda, sed foliis cellulis multo brevioribus certe diversa.

* **Ectropothecium umbilicatum** (C. Müll.)

Table Unio, alt. 1026 m et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai, alt. 944 m (L. Le Rat).

Ectropothecium polyandroides Broth. et Par.

Mont Mou et ad radices montis Panié (A. Le Rat); Pic Pembai et Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

Ectropothecium cupressinatum (C. Müll.) Broth.

Mont Mou, Pic des Sources et ad radices m. Panié (A. Le Rat).

* **Stereodon serrifolius** Broth. et Par. n. sp.

Dioicus; gracilis, caespitosus, caespitibus mollissimis, densis, depressis, pallide viridibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, hic illic fasciculatim fusco-radiculosus, vage ramosus, ramis elongatis, dense et regulariter pinnatim ramulosis, ramulis patulis, usque ad 5 cm longis, haud complanatis, dense foliosis, simplicibus, obtusis; *folia* erecto-patentia, concaviuscula, caulina e basi late cordato-ovata raptim lanceolato-subulata, marginibus erectis, inferne minute, apice distinctius serrulatis, enervia, cellulis anguste linearibus, basilaribus aureis, alaribus minutis, ovalibus, omnibus laevissimis, *ramulina* minora, brevius acuminata, argute serrata; *bracteae perichaetii* internae e basi vaginante sensim longissime loriformi-acuminatae, superne subciliato-serratae, inferne laxe reticulatae, aureae. Caetera ignota.

Mont Mou, ad ligna putrida (A. Le Rat); Table Unio, alt. 1026 m s. m. ut etiam inter Farina et Table Unio, ad ligna putrida (A. Le Rat); Mt. Malaoui, ad corticem arborum (A. Le Rat).

Species pulchella, *S. subchrysogastro* Broth. valde affinis, sed statura minore oculo nudo jam dignoscenda.

Acanthocladium extenuatum (Brid.) Mitt.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Dent de St. Vincent, St. Louis (f. *flagellifera*), Mé Areimbo et Bouloupari in reg. Cointio (L. Le Rat); Mt. Mou et Mt. Panié (A. Le Rat).

* **Isopterygium candidum** (C. Müll.) Jaeg.

Inter Farino et Table Unio et Mt. Mou (A. Le Rat).

Isopterygium neocaledonicum Thér.

Ile des Pins, ad corticem arborum (Plaude).

* **Isopterygium arquifolium** (Bryol. jav.) Jaeg.

In jugo Dogny et Mé Areimbo (L. Le Rat); in regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

* **Isopterygium taxirameum** (Mitt.) Jaeg.

Paita, ad rivulum (A. Le Rat).

* **Isopterygium pilicuspes** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; tenellum, caespitosum, caespitibus laxiusculis, depressis, pallide viridibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, per totam longitudinem fusco-radiculosus, dense pinnatim ramosus, ramis patulis, vix ultra 3 mm longis, dense foliosis, complanatis, cum foliis c. 1 mm latis, obtusis; *folia ramea* patula, concava, oblongo-lanceolata, piliformiter acuminata, marginibus erectis vel basi anguste recurvis, apice distincte denticulatis, enervia vel brevissime binervia, cellulis anguste linearibus, laevissimis, alaribus paucis, oblongis, hyalinis; *bracteae perichaetii* internae erectae, e basi vaginante raptim subulatae, longe piliformiter attenuatae, acumine denticulatae; *seta* 2 cm alta, tenuissima, rubra laevissima; *theca* subnutans, asymmetrica, ovalis, brevicollis, sicca deoperculata laevis; *operculum* e basi convexa conicum, acutum.

Pic des Sources, ad corticem arborum et ad radices m. Panié (A. Le Rat).

Species distinctissima, foliorum forma facillime dignoscenda.

Taxithelium nitidulum Broth. et Par.

Ad radices m. Panié et inter Thao et Hienghene (A. Le Rat).

Taxithelium falcatulum Broth. et Par.

Pic Pembai (L. Le Rat); in ditione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

* **T. (Polystigma) kuniense** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, late extensis, depressis, laete viridibus, vix nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens, per totam longitudinem hic illic fasciculatim fusco-radiculosus, pinnatim ramosus, ramis 2—4

mm longis, patentibus, complanatis, densiuscule foliosis, simplicibus, obtusis; *folia caulina* erecto-patentia, concava, e basi contracta ovato-lanceolata, breviter subulato-acuminata, marginibus erectis, integris, enervia, cellulis linearibus, minute seriatim papillosis, alaribus vix distinctis, *ramea* brevius acuminata, subintegra; *bracteae perichaetii* internae erectae, e basi vaginante sensim longe subulatae, apice minutissime denticulatae; *seta* 1 cm vel paulum ultra alta, tenuissima, rubella; *theca* subhorizontalis, minuta, ovalis, asymmetrica, sicca deoperculata sub ore constricta, fuscidula; *operculum* conicum, acutum.

Ile des Pins, forêt de Gadge et forêt de Uapan, ad ligna putrida (Louise Le Rat).

Species *T. nitidulo* Broth. et Par. valde affinis, sed foliis brevius acuminatis dignoscenda.

* **Taxithelium (Anastigma) divergens** Broth. et Par. n. sp.

Tenellum, caespitosum, caespitibus densiusculis, viridibus, aetate lutescenti-viridibus, vix nitidiusculis; *caulis* elongatus, filiformis, per totam longitudinem substrato affixus, dense ramosus, ramis vix ultra 1 cm longis, strictis, valde complanatis, dense foliosis, simplicibus, obtusis; *folia ramea* disticha, patula, concava, ovato-lanceolata, obtusiuscula vel acuta, marginibus erectis, ob papillas prominentas minute crenulatis, enervia, cellulis oblongo-hexagonis, pellucidis, dorso papillis apicalibus, saepe geminatis instructis, alaribus haud diversis. Caetera ignota.

Creek Mendilo, affl. amnis Poindimié, ad corticem arborum (A. Le Rat).

Species foliorum forma facillime dignoscenda.

* **Vesicularia subcalodictyon** Broth. et Par. n. sp.

Autoica; gracilis, caespitosa, caespitibus mollibus, densis, late extensis, depressis, glauco-viridibus, nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens, per totam longitudinem fusco-radiculosus, laxiuscule foliosus, dense et valde regulariter pinnatim ramosus, ramis patulis, subaequalibus, complanatis, arcuatulis, vix ultra 5 mm longis, cum foliis c. 1,5 mm latis, simplicibus, obtusis; *folia caulina* ovata, sensim piliformi-acuminata,

marginibus erectis, integerrimis, enervia, cellulis oblongo-hexagonis (3 : 1), teneris, ramea breviter acuminata, subintegra vel apice minutissime serrulata, laxius reticulata; *seta* c. 1,8 cm alta, tenuissima, rubella; *theca* nutans, minuta, ovalis, sicca deoperculata sub ore valde constricta, fusca. Caetera ignota.

Ile des Pins, grotte d'Aoupena, ad ligna putrida (Louise Le Rat).

Species *V. calodictyoni* (C. Müll.) valde affinis, sed statura duplo majore oculo nudo jam dignoscenda.

* **Vesicularia lonchocormus** Broth. et Par. n. sp.

Gracilis, caespitosa, caespitibus laxiusculis, mollibus, sordide glauco-viridibus, opacis; *caulis* longissimus. prostratus, tenuis, parce radiculosus, laxe foliosus, interrupte pinnatim ramosus, ramis patulis, complanatis, vix ultra 5 mm longis, cum foliis c. 1,5 mm latis, laxiuscule foliosis, simplicibus, obtusis; *folia caulina* ovalia, raptim breviter piliformi-acuminata, marginibus erectis, integris, enervia, cellulis ovali-hexagonis (2 : 1), teneris, chlorophyllosis, ramea caulinis similia, sed brevius acuminata. Caetera ignota.

Ile des Pins, Grotte de Watchia (Louise Le Rat).

Species caule longissimo, tenui, interrupte pinnatim ramoso foliorumque forma faciliter dignoscenda.

Vesicularia subfuscescens (Broth. et Par.) Broth.

Païta, ad rivulos (L. Le Rat).

Leucomiaceae.

Leucomium debile (Sull.) Mitt.

Mé Areimbo (L. Le Rat).

Sematophyllaceae.

Meiothecium papillosum (Broth.) Broth.

Inter Thio et Hienghene et ad radices m. Panié (A. Le Rat).

var. **obtusifolium** Broth. et Par. n. var.

Folia latiora, obtusa.

Ad Palmas secus amnem Hienghene (A. Le Rat); Dent de St. Vincent, alt 1425 m (L. Le Rat).

Meiothecium tenellum Broth. et Par n. sp.

Autoicum; tenellum, caespitosum, caespitibus densiusculis, depressis, fuscescenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* elongatus, repens, laxiuscule foliosus, vage ramosus, ramis perbrevibus, patulis, laxiuscule et complanate foliosis, obtusis; *folia* patentia, concaviuscula, oblonga, breviter vel lanceolato-acuminatis, marginibus late recurvis, integerrimis vel apice minutissime crenulatis, enervia, cellulis rhombeis, incrassatis, lumine ovali vel oblonga, basin versus sensim longioribus alaribus paucis, minutis, vesiculosis, supraalaribus sat numerosis, minutis, subquadratis, omnibus laevissimis. Caetera ignota.

In regione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat).

Species *M. microcarpo* (Haw.) valde affinis, sed statura multo minore, foliis laxius dispositis cellulisque superioribus incrassatis ut videtur diversa.

Rhaphidostegium elachistos (Dub.) Par.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Dent de St. Vincent, alt. 1425 m et Ouaueoué (L. Le Rat); Col d'Annieu, Païta et inter Tao et Hienghene (A. Le Rat).

Ile des Pins, Condo et bois de la ferme (L. Le Rat).

* **Rhaphidostegium subovale** Broth. et Par. n. sp.

Autoicum; sat gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, sordide fusco-viridibus, nitidiusculis; *caulis* repens, dense ramosus, ramis vix ultra 5 mm longis, erectis vel adscendentibus, siccis arcuatis, densiuscule foliosis, leviter complanatis, obtusis; *folia ramea* patentia vel sursum homomalla, concava, oblonga vel ovalia, breviter acuminata, acuta, marginibus late recurvis, integris, enervia, cellulis rhombeis, valde chlorophyllosis, obscuris, basilaribus longioribus, alaribus oblongis, vesiculaeformibus; *bracteae perichaetii* erectae, longius acuminatae, integrae; *seta* c. 7 mm alta, tenuis, rubra; *theca* suberecta vel inclinatula, minuta, asymmetrica, ovalis, sicca deoperculata sub ore constricta, fusca; *cilia* rudimentaria; *spori* 0,023—0,025 mm, virides, laeves; *operculum* e basi conica aciculare.

In regione Poindimié, ad cort. arb. (A. Le Rat).

Species *Rh. ovali* Broth. affinis, sed foliorum forma diversa.

* **Rhaphidostegium meiothecioides** Broth. et Par. n. sp.

Species praecedenti foliorum forma et structura similis, sed statura graciliore, theca sicca arcuata, sub ore valde constricta, ciliis singulis, bene evolutis et sporis minoribus, fuscidulis dignoscenda, habitu *Meiothecio microcarpo* (Harv.) sat similis.

Ad radices m. Panié et Creek de Tao (A. Le Rat).

* **Warburgiella cupressinoides** C. Müll.

Mont Mou (A. Le Rat); Dent de St. Vincent, alt. 1425 m (L. Le Rat).

Warburgiella concavifolia Thér.

Dent de St. Vincent, alt. 1429 m (L. Le Rat).

Trichosteleum hamatum (Doz. et Molk.) Jaeg.

var **semimamillosum** (C. Müll.) Par.

In ditione Poindimié pr. Vagap, in reg. Tié, ad radices m. Panié et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); Mé Areimbo (L. Le Rat).

Trichosteleum borbonicum (Bél.) Jaeg.

Mé Areimbo et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Trichosteleum insigne Broth. et Par.

Mont Malaoui (A. Le Rat).

Trichosteleum Le Ratii Broth. et Par.

In regione Poindimié et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); in jugo Dogny, alt. 1050 m et Pic Pembai (L. Le Rat).

Trichosteleum turgidulum Broth. et Par.

Pic des Sources (A. Le Rat).

* **Trichosteleum (Papillidium) nematosum** Broth. et Par. n. sp.

Gracile, caespitosum, caespitibus parvis, densissimis, lutescenti-viridibus, nitidiusculis; *caulis* repens, fusco-radiculosus, densissime ramosus, ramis erectis vel adscendentibus, vix ultra 1 cm longis, densiuscule et complanate foliosis, in axillis superioribus saepe filis elongatis, articulatis, papillosis,

fuscidulis instructis; *folia* erecto-patentia, concaviuscula, e basi angustiore elongate oblongo-lanceolata, sensim vel subsensim breviter subulata, subula saepe semitorta, marginibus late recurvis, e medio ad apicem argute serrulatis, enervia, cellulis elongatis, incrassatis, lumine angustissimo, papilla media, alta instructis, alaribus 3—4, majusculis, oblongis, vesiculaeformibus, aureis vel hyalinis. Caetera ignota.

In regione Poindimié pr. Vagap, ad ramulos (A. Le Rat).

Species *T. Le Ratii* habitu similis, sed foliis cellulis incrassatis, lumine angustissimo jam dignoscenda.

* **Trichosteleum (Papillidium) piliferum** Broth. et par n. sp.

Autoicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus densis, mollibus, lutescentibus, nitidis; *caulis* elongatus, repens, fusco-radisulosus, dense ramosus, ramis brevibus, adscendentibus, dense foliosis, complanatulis, simplicibus, obtusis; *folia ramea* falcatula, concava, elliptico-oblonga, sensim filiformiter attenuata, marginibus erectis, superne argute serrulatis, enervia, cellulis elongatis, utrinque attenuatis, haud incrassatis, flexuosulis, papilla media alta instructis, basilaribus infimis fuscis, alaribus majusculis, oblongo-vesiculosis, fuscis; *bracteae perichaetii* internae erectae, e basi convolutacea sensim longe et anguste subulutae, subula argute serrulata; *seta* c. 1 cm alta, tenuis, flexuosula, rubra, apice scabra. Caetera ignota.

Inter Tao et Hienghene, ad ligna putrida (A. Le Rat).

Species cum *T. turgidulo* Broth. et Par. comparanda, sed statura multo robustiore, foliis falcatulis, piliformiter attenuatis oculo nudo jam dignoscenda.

* **T. (Papillidiopsis) asperifolium** Broth. et Par. n. sp.

Gracile, caespitosum, caespitibus densis, lutescenti-viridibus, opacis; *caulis* elongatus, repens, per totam longitudinem fusco-radiculosus, densissime ramosus, ramis usque ad 3 mm longis, erectis vel suberectis, dense foliosis, complanatulis, simplicibus, obtusis; *folia ramea* sicca laxe adpressa, humida suberecta vel erecto-patentia, cochleariformiconcava, elongate oblongo-elliptica, breviter acuminata, obtusa vel obtusiuscula, marginibus late recurvis, apice incurvis,

integris, enervia, cellulis incrassatis, lumine lineari, papilla elevata, unica instructis, basilaribus aureis, alaribus magnis, vesiculoso-oblongis, aureis. Caetera ignota.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, ad corticem arborum (L. Le Rat).

Species *T. macrosticto* Broth. et Par. affinis, sed statura multo minore foliisque marginibus late recurvis, cellulis brevioribus longe diversa.

Sematophyllum subulatum (Hamp.) Jaeg.

Mont Mou (A. Le Rat).

Sematophyllum monoicum (Bryol. jav.) Jaeg.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat); Pic des Sources et inter Tao et Hienghene (A. Le Rat).

Sematophyllum hermaphroditum (C. Müll.) Besch.

Table Unio, alt. 1026 m (A. Le Rat).

Brachytheciaceae.

Rhynchostegium javanicum (Bél.) Besch.

var. **majus** Besch.

In montibus Crémon, in ditione Poindimié pr. Vagap, in humidis regionis Tié et inter Farino et Table Unio (A. Le Rat); Mé Areimbo, Pic Pembai, alt. 944 m, Boulouparis in reg. Cointio, et inter Boulouparis et Thio (L. Le Rat). Ile des Pins, Condo et Uapan (L. Le Rat).

Hypnodendraceae.

Hypnodendron arcuatum (Hedw.) Mitt.

Pic des Sources et in ditione Poindimié pr. Vagap (A. Le Rat); Pic Pembai et in jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).

Mniodendron camptotheca Dub.

In jugo Dogny, alt. 1050 m, Mé Areimbo et Pic Pembai (L. Le Rat); Mont Malaoui (A. Le Rat).

Sciadocladus splendidus (Besch.) Jaeg.

In jugo Dogny, alt. 1050 m (L. Le Rat).



Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar
Bd. LIII Afd. A. N:o 12.

Weitere Versuche zur oxydativen Abbau des Kampfens.

von

OSSIAN ASCHAN.

(Eingereiht den 23 Januar 1911).

Die Geschichte des Kampfens weiss über eine Menge von Versuchen zu erzählen, welche die Einwirkung von Oxydationsmitteln auf dieses wichtige Terpen zum Gegenstand hatten.

Die ältesten Angaben hierüber von BERTHELOT[1]), RIBAN[2]), TILDEN und ARMSTRONG[3]) beziehen sich auf die Einwirkung von Platinmohr bezw. Chromsäure auf den Kohlenwasserstoff, wobei *Kampfer* gebildet wird.

Die Einwirkung von Salpetersäure führte nach MARSH und GARDNER[4]) zur Bildung einer dreibasischen Säure, der *Camphosäure* oder *Karboxyapokampfersäure*, $C_{10}H_{14}O_6$, welche beim Erhitzen in Kohlendioxyd und das Anhydrid der cis- *Apokampfersäure* (Pyrocamphosäure), $C_9H_{14}O_4$, zerfällt. Als Nebenprodukte dieser Einwirkung fanden BREDT und JAGELKI[5]), bezw. JAGELKI[6]), neben einer Menge von stickstoffhaltigen Körpern, das *Kampfenilon*, ein dem Kampfer verwandtes, niederes Homologe, $C_9H_{14}O$.

---

[1]) Annal. d. Chem. **10**, 367 (1859).
[2]) Ann. chim. [5] **6**, 353, 391 (1875).,
[3]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. *12*, 1756 (1879).
[4]) Journ. chem. Soc. **59**, 648 (1891); **69**, 74 (1896).
[5]) Chem. Zeit. **20**, 842 (1896); Annal. d. Chem, **310**, 112 (1899).
[6]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. **32**, 1498 (1899).

Durch Einwirkung von verdünntem Kaliumpermanganat auf Kampfen bei niedrigerer Temperatur gelang es schon 1890 G. WAGNER[1]), zwei Hydroxyle anzulagern, unter Bildung des Kampfenglykols, $C_{10}H_{16}(OH)_2$. Daneben entstehen, wie seine Schüler MAJEWSKI[2]), MOYCHO und ZIENKOWSKI[3]) gezeigt haben, andere Oxydationsprodukte, unter denen zwei Säuren, die einbasische Oxysäure *Kamphenylsäure,* $C_{10}H_{16}O_3$, sowie als Hauptprodukt die zweibasische Kampfenkampfersäure oder *Kampfensäure,* $C_{10}H_{16}O_4$, wie sie später[4]) genannt wurde, wichtig sind.

Die Kampfenylsäure ist nahe verwandt mit einigen Körpern, welche aus dem Kampfen durch Einwirkung von Chromylchlorid nach dem Verfahren von ETARD[5]) erhalten und von BREDT und JAGELKI[6]) näher untersucht worden sind. Das dabei als erstes Produkt entstehende *Kamphenilaldehyd,* $C_{10}H_{16}O$, geht durch den Luftsauerstoff in die *Kampfenilansäure,* eine einbasische, gesättigte Säure über, deren α-Bromsubstitutionsprodukt mit Sodalösung die oben genannte Kampfenylsäure $C_{10}H_{16}O_3$, liefert. Letztere wird seinerseits mittels Bleiperoxyds in das ebenfalls schon genannte Keton, das Kampfenilon, verwandelt.

Aus einer Untersuchung von MILOBENDSKI[7]) ist u. A. zu entnehemen, dass bei der Einwirkung von Kaliumpermanganat auf in Aceton aufgelöstem Kampfen nur eine geringe Einwirkung stattfindet. Sonst enthält die recht ausführliche Arbeit die Resultate der Oxydation des Kamphenglykols durch verschiedene Mittel.

In der letzten Zeit haben schliesslich HARRIES und PALMÉN[8]) das Kampfen in neutraler Lösung mit Ozon oxydiert und dabei, neben Harzen sowie einem Lakton, $C_9H_{14}O_2$,

---

[1]) Ber. d. deutsch. chem Ges. **23**, 2311 (1890).

[2]) Chem. Zentralbl. **1897** I. 1056, Inaug. Diss. Leipzig (1898).

[3]) Annal. d. Chem. **340**, 17 (1905).

[4]) *Aschan,* ibid. **375**, 336 (1910).

[5]) Compt. rend. **116**, 434 (1893).

[6]) Loc. cit.

[7]) Chem. Zentralbl. 1908 I, 1180.

[8]) Ber. deutsch. chem. Ges. **43**, 1432 (1910).

ebenfalls das Kampfenilon erhalten. Dadurch wird die Kette zwischen den in saurer (Salpetersäure-) und alkalischer (Kaliumpermanganat-) sowie neutraler Lösung stattfindenden Oxydationen geschlossen.

Die Frage ist aber offen geblieben, ob diese Derivate den unveränderten Kern des Kampfens noch enthalten [1]), oder ob sie durch Umlagerung des ohne Zweifel ziemlich leicht veränderlichen Skeletts dieses Kohlenwasserstoffs entstanden sind.

Jeder Beitrag zum weiteren Kentniss des oben erwähnten, für die Chemie der Kampfenverbindungen ausserördentlich wichtigen Frage beansprucht ein nicht unerhebliches Interesse. Die nachfolgend beschriebenen Versuche sind zu diesem Zweck begonnen worden. Wenngleich sie die Entscheidung in obigem Sinne nicht gebracht haben, so haben sie jedoch zu neuen Ergebnissen geführt. Sie bieten daher weitere Angriffspunkte zu der schwebenden Frage über die Konstitution des Kampfens dar.

1. Die Einwirkung von Luftsauerstoff auf Kampfen in Gegenwart von Platinschwamm.

Den Anlass zu diesem Teil der Untersuchung hat die schon vor längerer Zeit gemachte Beobachtung gegeben, dass ein Gemisch von Kampfendampf mit Luft lebhaft bezw. explosionsartig verbrennt, und zwar unter Abscheidung von viel Kohle und Verbreitung eines eigentümlichen acetylenartigen Geruches. Nachdem ein Vorversuch gezeigt hatte, dass, beim Leiten eines mit Kampfendampf beladenen Luftstromes über erhitztem, platinierten Asbest, die Siedepunkt des wieder kondensierten Kampfens sich allerdings erniedrigte, jedoch die grösste Menge desselben unverän-

---

[1]) Vergl. *Aschan,* loc. cit.

dert zurückgewonnen wurde, so liess man bei dem Hauptversuch die Einwirkung sehr langsam stattfinden.

100 g reines Terekampfen (Siedep. 159,5—160°; Smelzp. 41—42°) wurden in einem Kolben im Ölbade auf 120—130° erhitzt und ein lebhafter Luftstrom durch die Flüssigkeit und weiter durch ein schwer schmelzbares Glasrohr geleitet, worin ein loser Stopfen von Platinasbest mit einem gewöhnlichen Brenner von Aussen erhitzt wurde. Die abgehenden Dämpfe wurden in einer mit Eis und Kochsalz gekühlten Vorlage kondensiert, durch welche auch Gase durchgingen, u. A. Kohlendioxyd. Die Operation dauerte 8 Stunden, wobei 70 g einer öligen Flüssigkeit sich ansammelten. Beim Fraktionieren mittels einer kleinen LINNEMANN'schen Kolonne wurden folgende Fraktionen erhalten:

	Siedep.	Menge:
1)	80—100	7,2 g
2)	100—135°	0,8 „
3)	135—140°	5,4 „
4)	140—150°	8,2 „
5)	150—163°	45,0 „

Die letzte Fraktion wurde allmählich fest, die übrigen waren flüssig und gegen alkalischer Kaliumpermanganatlösung deutlich ungesättigt. Bei erneuter Destillation wurde für 1) der Siedepunkt 93—97° sowie für 3) der Siedepunkt 138—139,5° erhalten, wogegen 4) keinen konstanten Siedepunkt hatte, sondern offenbar eine Mischung darstellte, worin auch etwas Kampfen vorhanden war.

Die Untersuchung der Fraktionen 1), 3) und 4) ergab folgendes.

Fraktion 1).

Siedepunkt. 93—97°; $d\,^{20}_{4} = 0{,}8602$; Analyse:

0,1023 g Substanz gaben 0,3410 g CO_2 und 0,0809 g H_2O;
0,0950 g „ „ 0,3159 g „ „ 0,0758 g „ ;
0,1612 g „ „ 0,5361 g „ „ 0,1299 g „ .

Gefunden:	C	90,91 %;	90,69 %;	90,70 %.
„	H	8,79 „ ;	8,87 „ ;	8,95 „ .

Berechnet für C_6H_6:	C_6H_8:	C_7H_8:	C_7H_{10}:
C 92,31 %	90,00 %	91,30 %	89,36 %
H 7,69 „	10,00 „	8,70 „	10,64 „

Die Analysen deuteten auf Mischungen von Benzol bezw. Toluol mit einem Hydroderivat derselben hin; tatsächlich reagierte die Fraktion, wie erwähnt, ungesättigt.

1 g der Fraktion wurde einer stark abgekühlten Mischung von 4 g konz. Schwefelsäure und 8 g konz. Salpetersäure zugetröpfelt. Als keine Einwirkung mehr zu beobachten war, wurde die Mischung 1/4 Stunde auf dem Wasserbade erhitzt, wobei rote Dämpfe entwickelt wurden. Darnach wurde das Produkt mit Wasserdampfen destilliert, wobei ein nach nitrierten Benzolen riechendes Öl, welches etwas schwerer als Wasser war, überging. 1 g desselben wurde dann zwei Tage mit einer Mischung von 5 g Schwefelsäure und 10 g rauchender Salpetersäure auf dem Wasserbade erhitzt. Aus der Flüssigkeit wurden mit Eisstückchen lichtgelbe Krystalle ausgeschieden, die nach dem Umkrystallisieren aus Alkohol bei 57—58° schmolzen. Eine Stickstoffbestimmung ergab:

0,1302 g Substanz gaben 21,8 cm^3 von 17° und 765,5 mm Druck.

Berechnet für $C_6H_3(NO_2)_3$:	Gefunden:
N = 19,72 %	N = 19,59 %.

Das Trinitrobenzol-1,2,4 schmilzt bei 57—58°.

Darnach wurde der übrige Teil des nach der Destillation mit Wasserdampf erhaltenem Körpers mit Zinn und Salzsäure reduciert, und die mit Alkali versetzte Lösung mit Wasserdampf behandelt. Im Destillat wurde Anilin mittels der Chlorkalkreaktion nachgewiesen.

Aus dem erwähnten zu schliessen, dürfte die vorliegende Fraktion Benzol, event. in hydrierter Form, enthalten.

Fraktion 3).

Siedepunkt 138—139,5°; $d\,^{20}_{4} = 0{,}8668$. Analyse:

0,1254 g	Substanz	gaben	0,4112 g CO_2	und	0,1164 g H_2O;
0,0902 g	„	„	0,2961 g „	„	0,0823 g „
0,1105 g	„	„	0,3620 g „	„	0,1033 g „

Gefunden:	C	89,35 %	89,53 %	89,35 %
	H	10,31 „	10,14 „	10,39 „

Berechnet für	C_8H_{10}:	C_8H_{12}:
C	90,56 %	88,88 %
H	9,44 „	11,12 „

Die Fraktion war, wie schon erwähnt, ungesättigt. 1,0205 g derselben wurden in etwas Ligroin gelöst und unter Abkühlung mit einer Lösung von Brom tropfenweise versetzt, bis die Farbe bestehend blieb. Es wurden 0,5459 g Brom verbraucht, während ein Kohlenwasserstoff C_8H_{12} mit *einer* Doppelbindung 1,51 g Brom erfordert hätte. Es scheint also die Substanz von etwa $^2/_3$ von Xylol und etwa $^1/_3$ eines Kohlenwasserstoffs bestehen, welches 2 At. Brom aufzunehmen vermag.

Um Xylole nachzuweisen, wurde 1 g des Kohlenwasserstoffs unter starker Kühlung in eine Mischung von 4 g konz. Schwefelsäure und 8 g konz. Salpetersäure eingetröpfelt, wobei trotz der Kühlung eine kräftige Reaktion eintrat. Das Gemisch wurde dann etwa 20 Minuten lang auf dem Wasserbade erhitzt und dann mit Wasserdampf destilliert. Das Destillat enthielt ein Öl, das etwas schwerer als Wasser war und einen angenehmen, an Nitrobenzol erinnernden Geruch hatte. 1 g dieses Körpers wurde 6 Stunden im Wasserbade mit einer Mischung von 5 g Schwefelsäure und 10 g konz. Salpetersäure erhitzt. Auf Eis gebracht, schied die Flüssigkeit ein lichtgelbes, krystallinisches Pulver aus, welches, aus einer Mischung von Benzol und Alkohol krystallisiert, in den langen, bei 178,5° schmelzenden Nadeln des 2,4,6-Trinitrometaxylols ausgeschieden wurde.

Dadurch war erwiesen, dass die Fraktion 138—139,5° m-Xylol, vielleicht zum Teil in hydriertem Zustande, enthält.

Die Fraktion 4).

Siedep. 140—150°; $d\ ^{20}_{4} = 0{,}8698$; Analyse:

0,1255 g Substanz gaben 0,4107 g CO_2 und 0,1242 g H_2O;

Gefunden: C 89,25 %
H 10,96 „

Auch in dieser Fraktion, die ausserdem wahrschenlich etwas Kampfen enthält, liegt demnach kein einheitlicher Kohlenwasserstoff vor.

Dieser Teil der Untersuchung zeigte also, dass die Oxydation des Kampfens mit Luft keine einheitlichen Substanzen in grösserer Menge liefert. Es treten nur Bruchstücke des Molekuls auf, welche aus Benzolkohlenwasserstoffen bezw. ihren Hydroderivaten bestehen. Letztere geben den Verbrennungsprodukten des Kampfens an der Luft den eigentümlichen, acetylenartigen Geruch, wovon eingangs die Rede war. Benzol und m-Xylol konnten mit einiger Sicherkeit in den Produkten der z. T. pyrogen verlaufenden Zersetzung nachgewiesen werden.

2. Oxydation des Kampfens mit Kaliumpermanganat in Gegenwart von Eisessig.

Gelegentlich wurde beobachtet, dass die letzten Mutterlaugen der Kaliumpermanganatoxydation in alkalischer Lösung, beim Verdampfen der Ätherextrakte, ölige Substanzen hinterliessen, welche den eigentümlichen Geruch der bei der Ozoneinwirkung auf Kampfen entstehenden Ozonide hatten. Da nun diese Ozonide bei der Zerlegung

mit Wasser bezw. Essigsäure[1]), ausser Harze, hauptsächlich Kampfenilon und das bei 96—96,5° schmelzende, von SEMMLER[2]) entdeckte δ-Oxykampfenilonsäurelakton, $C_9H_{14}O_2$, liefern, so war die Möglichkeit vorhanden, dass es auch unter Anwendung von Kaliumpermanganat und Eisessig gelingen würde, die nämlichen Produkte zu erhalten. Dies hätte eine Vereinfachung der experimentellen Hilfsmittel bedeutet, da billige und dadurch einem jeden leichter zugängliche Ozonisierungsapparate, welche sicher funktionieren, noch nicht dargestellt zu sein scheinen.

Die experimentelle Verfolgung des obigen Gedankens hat bisher nur das eine der erwähnten krystallisierten Produkte, das Kampfenilon, in einigermassen guter Ausbeute geliefert. Dagegen ist es bisher nicht gelungen, das Lakton $C_9H_{14}O_2$ aus dem Reaktionsgemisch abzuscheiden, was vielleicht unter veränderten Versuchsbedingungen gelingen wird. Statt dessen hat die Untersuchung einige neue Oxydationsprodukte gebracht, welche im folgenden vorgeführt werden.

Ausführung der Oxydation.

100 g reines Kampfen (Terekampfen, fast optisch inaktiv, vom Siedep. 159,5—160° und Schm. p. 41—42°) wurden in 400 g Eisessig gelöst und in einer Pulverflasche unter guter Kühlung sowie effektivem Rühren während 4 Stunden mit 140 g fein gepulvertem Kaliumpermanganat allmählich versetzt. Die niedrige Temperatur von 3 bis 4° C sowie die Bewegung wurden nachher noch fünf weitere Stunden innegehalten. Darnach wurde die tief dunkelgefärbte Mischung 5 Stunden auf dem Wasserbade erhitzt und nachher mit Wasserdampf destilliert. Dabei gingen die Abbauprodukte über: die Flüssigkeit enthielt nur noch eine dunkle Masse, die 63 g wog und aus Harzen sowie Braunstein bestand.

---

1) *Harries* und *Palmén*, Ber. deutsch. chem. Ges. **43**, 1432 (1910).
2) Ibid. **42**, 246 (1909).

Obiges Verfahren wurde 6-mal wiederholt, und dabei also 600 Kampfen verarbeitet. Die Destillate wurden mit Soda neutralisiert, die *Neutralprodukte* in Äther aufgenommen, die Lösung gewaschen, mit Calciumchlorid getrocknet der Äther abdestilliert *(Rückstand A.)*. Nachher wurde Salzsäure zugesetzt, die *sauren Abbauprodukte* mit Äther ausgeschüttelt, und daraus in gewöhnlicher Weise der *Rückstand B* gewonnen.

Destillation der Produkte.

Zunächst wurde der aus zwei Oxydationen (zusammen 200 g Kampfen) erhaltene Rückstand *A.* (die Neutralprodukte) bei gewöhnlichem Durck zweimal (I und II) destilliert. Erhalten wurden dabei

	I.	II.		
bis 180°	85,5 g	**98,6** g	*a*	(1)
180—198°	47,6 „	42,9 „	*b*	
über 198°	59,3 „	60,4 „	*c*	

Die Fraktion II. *b* wurde nochmals in Vakuum 14 mm destilliert:

bis 78°	5,4 g	
78—80°	**20,6** „	(2)
80—82°	12,3 „	
über 82°	1,9 „	

Ebenso wurde Fraktion II *c* in Vakuum destilliert (14 mm):

bis 105°	20,1 g	a
105—130°	1,2 „	b
130—160°	25,0 „	c

Diese Fraktionen a und c wurden nochmals bei 14 mm fraktioniert, Fraktion a teilweise zweimal:

F r a k t i o n *a*:

	erstes Mal	zweites Mal	
bis 80°	10,7 g	—	
80—84°	1,8 „	—	
84—87	7,1 „	1,1 g	
87—90°	—	**3,7** „	**(3)**
90—95°	—	1,2 „	

F r a k t i o n *c*:

120—130°	2,3 g	
130—143°	4,2 „	
143—150°	**11,3** „	**(4)**
über 150°	6,2 „	

Die Vakuum- Destillation (bei 10 mm) der *sauren Abbauprodukte* (Rückstand *B*) aus den zwei ersten Oxydationen (aus zusammen 200 g Kampfen berrührend) ergab folgendes:

bis 85°	1,8 g	
85—135°	1,3 „	
135—148	1,5 „	
148—150°	**29,6** „	**(5)**
über 150°	4,0 „	

In gleicher Weise fand die Destillation der vereinigten Rückstände *A* und *B* aus den 4 letzteren Kampfenportionen à 100 g statt. Dabei wurde von dem Neutralprodukt A bei gewöhnlichem Druck erhalten:

bis 180°	75,0 g
180—198°	42,0 „
über 198°	115,6 „

Bei erneuter Destillation erhielt man:

von **1**	(Fraktion	bis 180°	bei gew. Dr.)		**74,8** g
„ **2**	(„	80—84°	„ 14 mm)		**73,0** „
„ **3**	(„	87—90°	„ „ „)		**5,4** „
„ **4**	(„	143—150°	„ „ „)		**21,0** „

sowie aus dem *Rückstand B* der sauren Reaktionsprodukte:

vom **5** (Fraktion 153° bei 14 mm) **65** g.

Sämmtliche Fraktionen zeigten mit soda-alkalischer Kaliumpermanganatlösung die BAEYER'sche Reaktion ungesättigter Verbindungen.

Die Untersuchung der Fraktionen 1 bis 5.

Die Fraktion **1**,

welche auf 600 Kampfen berechnet 173,4 g wog, war fest. Mit einem Depflegmator umdestilliert, zeigte sie den Siedepunkt 153—160° und den Schmelzpunkt 40—41° und bestand also aus unverändertem Kampfen, von dessen ursprünglicher Menge also nur etwa 450 g an der Reaktion teilgenommen hatten.

Fraktion **2** (Siedep. 80—84° bis 14 mm).

Die Gesammtmenge betrug 93,6 g. Sie wurde umdestilliert und zeigte dann den Schmelzpunkt 40°. Der Geruch war nicht unangenehm kampferartig. Alles wies darauf hin, dass in ihr Kampfenilon vorlag.

Um dies zu beweisen, wurden 5 g in Eisessig gelöst, welcher etwas mehr als die zur Semikarbazonbildung nötigen Menge von Semikarbazidhydrochlorid und Kaliumacetat enthielt, und einige Stunden erwärmt, mit Wasser ausgefällt, und die Fällung aus Alkohol umkrystallisiert. Das *Semikarbazon* bildete weisse, glänzende Blättchen und schmolz bei 222 bis 223°. Die Analyse ergab

I. 0,079 g Substanz gaben 0,1781 g CO_2 und 0,0652 g H_2O;
II. 0,1105 g „ „ 0,2495 g „ „ 0,0888 g „ ;
III. 0,0568 g „ „ 10,9 cm^3 N (Konst. 1,132).



Berechnet für $C_{10}H_{17}N_3O$:		Gefunden: I.	II.	III.
C	61,54 %	61,43 %	61,57 %	—
H	8,72 „	9,17 „	8,93 „	—
N	21,54 „	—	—	21,72 %

Die Fraktion stellte also tatsächlich Kampfenilon dar, welches, auf 450 g ursprüngliches Kampfen berechnet, in einer Menge von rund 20 % der teoretischen Ausbeute entstanden war.

Fraktion **3** (Siedep. 87—90° bei 14 mm).

Die Gesammtmenge betrug 9,1 g. Das Produkt war flüssig und wurde auch nicht bei —15° fest; es zeigte Aldehydreaktion mit ammoniakalischer Silberlösung. Die Verbrennung ergab dieselbe Zusammensetzung wie für das Kampfenilon:

I. 0,2003 g Substanz gaben 0,5733 g CO_2 und 0,1779 g H_2O;
II. 0,0843 g „ „ 0,2413 g „ „ 0,0755 g „ .

	Berechnet für $C_9H_{14}O$:	Gefunden: I.	II.
C	78,26 %	78,06 %	78,07 %
H	10,14 „	9,87 „	9,95 „

Dass jedoch kein Kampfenilon vorlag, zeigten nicht nur die oben erwähnten abweichenden Eigenschaften, sondern auch das eigentümliche Verhalten des Körpers zu Semikarbazid. 1 g desselben wurden wie oben in Eisessiglösung mit Semikarbazidhydrochlorid und Kaliumacetat zusammengebracht. Obwohl die Mischung 4 Tage hindurch auf c:a 65—70° erwärmt wurde, so entstand beim Verdünnen mit Wasser kein festes Produkt. Sie wurde deshalb mit Wasser vermischt und in einer flachen Schale der Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur überlassen. Dem trocknen Rückstand wurden mit wenig Wasser die unorganischen Salze entzogen, und der recht erhebliche graue Rückstand aus etwas verdünntem Alkohol umkrystallisiert, wobei Blättchen ausgeschieden wurden, welche bei 136—137° schmolzen. Der Körper stellte eine Säure dar, welche mit Lakmus reagiert und in Soda sowie in siedendem Wasser, ob-

wohl schwieriger, löslich ist. Die beim Erkalten ausgeschiedenen Krystalle zeigten den etwas niedrigeren Schmelzpunkt von 134—135°.

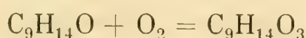
Bei der Analyse ergab sich für die Säure die Zusammensetzung $C_9H_{14}O_3$, und sie zeigte sich als einbasisch:

0,0546 g Substanz gaben 0,1272 g CO_2 und 0,0401 g H_2O;

Berechnet für $C_9H_{14}O_3$:		Gefunden:
C	63,53 %	63,54 %
H	8,24 „	8,16 „

Bei der Titrierung wurden 0,0400 g der Säure von 2,35 $cm^3 \frac{n}{10}$-NaOH-Lösung neutralisiert, entsprechend 0,0094 g NaOH. Die Formel $C_9H_{14}O_3$ für eine einbasische Säure verlangt 0,00941 g NaOH.

Die Verwandlung des ursprünglichen Körpers in die Säure findet also nach der Gleichung



$$C_9H_{14}O + O_2 = C_9H_{14}O_3$$

statt. Die kleine Menge ermöglichte keine weitere Versuche zur Erklärung der Konstitution. Das einzige, was man wohl annehmen kann, ist, dass die Oxydation unter Vermittelung des Luftsauerstoffs stattfindet. Sonst bleibt die Verwandlung ziemlich räthselhaft.

Fraktion 4 (Siedep. 143—150° bei 14 mm).

Die Gesammtmenge derselben betrug 33,3 g. Die frisch destillierte Flüssigkeit zeigte keine saure Reaktion. Nach 2 Tagen schieden sich aus derselben weisse Krystalle aus, die nach dem Abfiltrieren saure Eigenschaften zeigten. Die Säure wurde in Soda gelöst, die Lösung mit Äther ausgeschüttelt und mit Salzsäure angesäuert. Nach dem Abfiltrieren krystallisierte die neue Säure aus wenig Eisessig, zunächst in langen Nadeln, beim erneutem Umlösen in

schön glänzenden rhombischen Blättchen vom Schmelzp. 141 . Die Analyse ergab:

0,0955 g Substanz gaben 0,2395 g CO_2 und 0,0731 g H_2O;

Berechnet für $C_8H_{12}O_2$:	Gefunden:
C 68,57 %	68,40 %
H 8,57 „	8,51 „

Zwei Titrierungen gaben folgendes Resultat.

1) 0,0493 g Substanz entsprachen 0,01449 NaOH;
2) 0,0362 g „ „ 0,01028 „ .

Für 1) berechnen sich, unter Annahme einer einbasischen Säure $C_8H_{12}O_2$, 0,0141 g, für 2) 0,01034 g NaOH.

Es liegt also eine ungesättigte einbasische Säure $C_7H_{11}.CO_2H$ vor, deren nähere Untersuchung jedoch bis auf weiteres ausgeblieben ist.

Eine Probe der Fraktion 4 wurde in kalter Kalilauge (10 %) aufgelöst. Das ungelöste, dicke, nach Brennnesseln eigentümlich scharf riechende Öl wurde mit Äther extrahiert. Die alkalische Lösung liess mit Salzsäure ein dickes Öl fallen, das nach kurzer Meit erstarrte. Beim Umkrystallisieren aus Eisessig wurde eine mit der früher aus der Fraktion isolierten, wahrscheinlich identische Säure erhalten.

Fraktion 5 (Siedep. 148—150° bei 10 mm bezw. 153° bei 14 mm Druck) aus den sauren Produkten der Reaktion.

Diese Fraktion, anfangs ein sehr zähflüssiges Öl, von dem in Allem 94 g erhalten wurde, zeigte die Baeyer'sche Permanganatprobe besonders deutlich. Sie reagierte, wie schon aus der Art ihrer Darstellung hervorgeht, sauer und erstarrte nach kurzer Zeit teilweise. In verdünnter Natronlauge gelöst gab sie, mit starker Natronlauge versetzt, ein unlösliches, seifenartiges Natronsalz; jedoch gelang es in dieser Weise nicht, die Trennung der ungesättigten Säure

von der gesättigten zu bewirken bezw. irgend eine reine Substanz aus der Mischung der Rohsäuren abzuscheiden. Ein Versuch, den flüssigen Anteil durch Streichen auf Ton zu entfernen, war mit erheblichen Verlusten verbunden.

Da eine kleine Probe gezeigt hatte, dass die Menge der ungesättigten Säure verhältnissmässig klein war, wurde schliesslich folgender Weg zu der Reinigung eingeschlagen. 15 g der halbflüssigen Rohsäure wurden in Soda gelöst, und zu der auf dem Wasserbade erwärmten Lösung 3-proz. Kaliumpermanganatlösung allmählich zugegeben, bis die Farbe stehen blieb. Dazu waren 65 cm^3 der Lösung nötig. Nach völliger Entfärbung mit etwas Alkohol wurde filtriert, und das Peroxyd gut ausgewaschen. Nach Eindampfen der Flüssigkeit auf etwa ein Drittel wurde erkalten gelassen, mit Salzsäure ausgefällt, und die fest abgeschiedene Säure auf Tonplatten gestrichen. Nachher wurde sie in Eisessig gelöst und mit Wasser ausgefällt, wobei die zunächst ölige Ausscheidung bald erstarrte.

Da die Säure allem Anschein nach nicht einheitlich war, wurde sie nachher einer systematischen Krystallisation unterzogen. Sie wurde in Eisessig kalt gelöst, Wasser bis zur Trübung zugegeben, und die Lösung im Eisschrank gestellt. Die Krystalle (Fraktion I.) wurden abfiltriert, wieder Wasser zum Trübwerden zugesetzt und von neuem im Eisschrank stehen gelassen usw. (Fraktion II.). Schliesslich wurde der Rest mit Wasser ausgefällt (Fraktion III).

Die Fraktion I. wurde nachher 5-mal, die Fraktion II. und III. je 4-mal in derselben Weise umkrystallisiert, bis eine Erhöhung des Schmelzpunktes nicht weiter erfolgte. Dabei wurden folgende Schmelzpunkte erhalten.

für die Säure	I.	87—91°
„ „ „	II.	75—76°
„ „ „	III.	74—75°.

Die Säuren II. und III. waren identisch und wurden zusammengemischt *(Säure II.)*.

Die Analyse der Säure I., der ich den Namen *Kampfenansäure* geben möchte, und welche aus Eisessig in grossen durchscheinenden Platten krystallisierte, ergab:

1) 0,1272 g Substanz gaben 0,3352 g CO_2 und 0,1076 g H_2O;
2) 0,1395 g „ „ 0,3653 g „ „ 0,1165 g „ .

Berechnet für $C_{10}H_{16}O_2$:		Gefunden:	
C	71,44 %	71,86 %	71,42 %
H	9,52 „	9,40 „	9,27 „

Um die Kampfenansäure weiter zu charakterisieren, wurde ihr *Calciumsalz* dargestellt. 1 g derselben wurden mit überschüssigem reinem Calciumkarbonat und einem halben Liter Wasser zwei Stunden erwärmt und schliesslich gekocht, das nicht gelöste Carbonat abfiltriert und die Flüssigkeit auf etwa 10 cm^3 eingedampft. Dabei schied sich das Salz in glänzenden, anscheinend rhombischen Blättchen ab. Die Analyse ergab folgendes:

1) 0,1006 g Substanz erlitt beim Erhitzen im Luftbad auf 110—120° einen Verlust von 0,0189 g und gab nachher 0,0123 g CaO.
2) 0,1150 g Substanz gaben, ähnlich behandelt, 0,0219 g H_2O und 0,014 g CaO.

Berechnet für $(C_{10}H_{15}O_2)_2\,Ca + 5\,H_2O$:		Gefunden: 1)	2)
H_2O	19,40 %	18,80 %	19,05 %
Ca	8,64 „	8,73 „	8,70 „

Die Kampfenansäure stellt also eine gesättigte, einbasische alicyklische Säure, $C_9H_{15}.CO_2H$, dar.

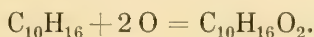
Die *Säure II.*, welche *Isokampfenansäure* genannt werden mag, zeigte sich als mit der obigen Säure isomer, wie folgende analytische Ergebnisse zeigen:

0,1405 g Substanz gaben 0,3683 g CO_2 und 0,1181 g H_2O;

Berechnet für $C_{10}H_{16}O_2$:		Gefunden:
C	71,44 %	71,56 %
H	9,52 „	9,34 „ .

Eine Titrierung ergab: 0,0752 g Substanz erforderten zur Neutralisation 0,0178 g NaOH. Für die Säure $C_{10}H_{16}O_2$ berechnet sich NaOH = 0,0179 g.

Folglich bilden sich bei der Oxydation des Kampfens in Eisessiglösung mit Kaliumpermanganat zwei isomere Säuren $C_9H_{15}.CO_2H$, nach dem Schema:



$$C_{10}H_{16} + 2\,O = C_{10}H_{16}O_2.$$

Keiner von beiden scheint identisch zu sein mit der isomeren Kampfenilansäure bezw. Isokampfenilansäure, welche bei 65° bezw. 118° schmelzen und die von BREDT und JAGELKI [1]) durch Oxydation des durch Chromylchlorideinwirkung auf Kampfen entstandenen Kampfenilanaldehydes, $C_9H_{15}.CHO$, erhalten wurden. Unsere Säure vom Schmelzpunkt 75—76°, die Isokampfenansäure, könnte allerdings, da sie aus einem schwach aktiven Kampfen erhalten ist, die razemische Form der Kampfenilansäure von BREDT und JAGELKI (Schmp. 65°) darstellen, indess, es sprechen gegen die Identität der beiden Paare von Säuren folgendes. Während die genannten Forscher die Kampfenilansäure aus Chloroform unter Zusatz von Äther umkrystallisierten, ist unsere Säure in dieser Mischung sehr löslich, beinahe zerfliesslich. Das Calciumsalz der Isokampfenilansäure krystallisiert aus Wasser mit 2 Molen Kristallwasser, während unsere Isokampfenansäuren deren 5 Mole enthält. Allerdings könnten diese Unterschiede auch zwischen ein Razemat und seine Komponenten vorhanden sein, so dass diese Gründe nicht völlig beweisend sind. Es kommt aber noch eine weitere Tatsache hinzu, welche die Identität verschmälert, diejenige nämlich, dass sich die Isokampfenilansäure, welche ich in den Händen gehabt habe, meiner

[1]) Ann. d. Chem. **310**, 112 (1899).

Erfahrung nach aus Eisessig leicht reinigen lässt, während bei meiner Kampfenansäure der Schmelzpunkt in der Weise nicht höher als 87—91° zu bringen war.

Bis auf weiteres scheint es also wahrscheinlicher, dass man bei den oben beschriebenen Säuren mit einem neuen Paar von Isomeren zu tun hat, welche mit den Kampfenilansäuren nicht identisch sind. Daher wurde auch den Säuren verschiedene Namen gegeben. Erst durch weitere Versuche, welche auch die Untersuchung der ungesättigten, begleitenden Säure zum Gegenstand haben werden, wird sich das Verhältnis der beiden Säure-Paare aufklären.

Wie aus dem quantitativen Verlauf der Oxydation zu entnehmen ist, bildet die Menge des Kampfenilons, welche aus dem Kampfen entsteht, nur etwa 20 Prozente vom theoretischen Gewichte. Dieses Keton tritt also wieder hier, wie bei anderen Oxydationen des Kampfens (vergl. oben S. 1 ff.), auf. Die Frage, ob dies dahin zu erklären ist, dass das gewöhnlich Kampfen aus einem Gemenge von zwei Kohlenwasserstoffen, einer *Äthylen-* und einer *Methylenform* [1]), besteht, von denen die letztere in einer Menge von 20 bis 30 % vorhanden wäre, lässt sich auch in diesem Falle nicht entscheiden.

Bei den obigen Versuchen hat mir Hr. Stud. GEORG FONSELIUS auf das Eifrigste unterstützt.

[1]) *Aschan,* Ann. d. Chemie **375**, 337 ff. (1910).

Ofversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1909—1910. Afd. A N:o 13.

Allioniella, eine neue Laubmoosgattung aus Ecuador.[1])

von

V. F. Brotherus.

Allioniella cryphaeoides Broth. n. gen. et. sp.

Autoica; robustiuscula, pallide lutescenti-viridis vel lutescens, sericeo- nitida; *caulis* usque ad 4 cm longus, e basi breviter repente, hic illic fasciculatim radiculosa flexuoso-adscendens, dense foliosus, parce ramosus vel simplex; *folia* homomalla, concaviuscula, oblongo-lanceolata, plus minusve longe acuminata, acuta, marginibus late recurvis, integerrimis, enervia, cellulis anguste rhomboideis, incrassatis, inter se porosis, basilaribus infimis brevioribus et laxioribus, aureis, alaribus magnis, oblongo-vesiculosis, aureis, omnibus laevissimis; *bracteae perichaetii* minutae, erectae, intimae e basi semivaginante sensim lanceolato-subulatae, marginibus erectis, superne minutissime serrulatis, cellulis basilaribus omnibus multo laxioribus, teneris, aureis; *sporogonia* numerosa, secus partem superiorem caulis disposita; *seta* 0,20—0,30 mm alta, tenuis, strictiuscula, pallide rubra, laevis; *theca* erecta, minuta, ovalis, crassicollis, leptodermis, fuscidula, laevis; *annulus* 0; *peristomium* simplex;

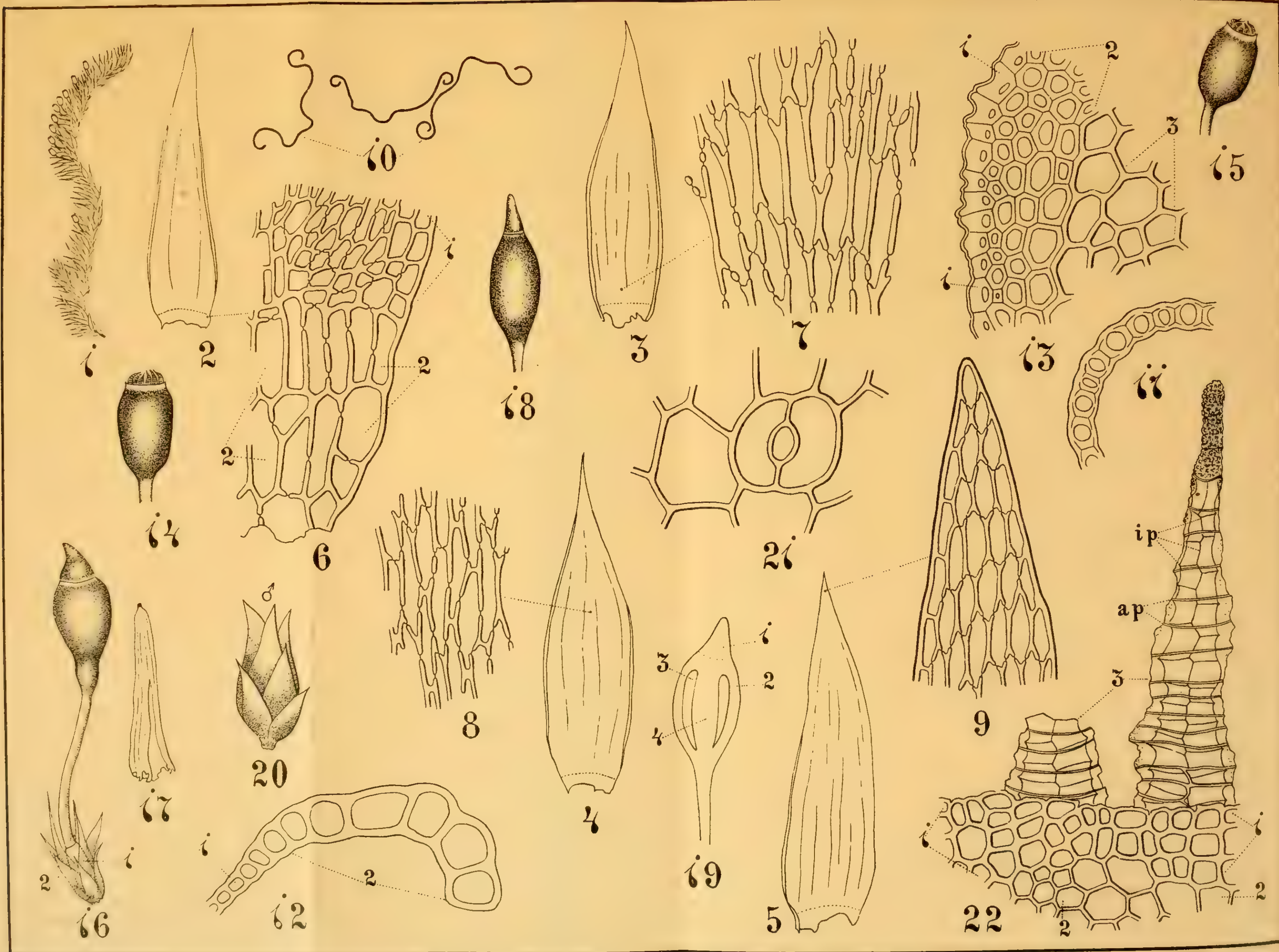
[1]) Die meinem Aufsatz beigelegte schöne Tafel ist von Herrn Prof. Istvan Györffi gezeichnet worden, wofür ich ihm auch hier meinen herzlichen Dank ausspreche.

exostomii dentes aequidistantes, infra orificium oriundi, erecti, anguste lanceolati, lutei, late hyalino-limbati, linea media flexuosa notati, densiuscule articulati, laeves, apice papillosi; *spori* 0,030—0,035 mm, virides, minutissime papillosi; *operculum* e basi conica brevissime rostratum; *calyptra* angusta, uno latere fissa, scabriuscula.

Ecuador S. W., Gualaquiza, terr. fl. Bomboiro, in cort. arb. ad fl. infra domum Salesiacorum, ubi 29 Jan. 1909 detexit Rev. M. Allioni.

Genus insigne, *Meiothecio* affine, sed sporogoniis numerosis, secus partem superiorem caulis dispositis, seta brevissima, theca erecta, regulari necnon peristomii structura dignoscendum.

Ich erlaube mir diese schöne Gattung dem eifrigem Erforscher der Moosflora von Ecuador M. Allioni zu widmen.



Ad. nat. delin. I. Györffy.

Fotolitogr. G. Arvidsson, H:fors

Figurenerklärung.

Allioniella cryphaeoides Broth. n. g. et n. sp.

— Fig. 1. Ein Stück des verzweigten Stengels im trockenen Zustande. — Vergr. $^{2}/_{1}$.

— Fig. 2. — 5. Stengelblätter im feuchten Zustande, deren Lamina wellenartig gebogen ist; die Lamina ist durchsichtig, hellergelblich; an der Basis befinden sich dunkelgelbe Zellen (die obere Grenze punktiert gezeichnet). — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 6. Unterster Teil des Blattes; **1** = die Blattlaminazellen, **2** = die den Alarzellen ähnlichen dunkelgelben dickwandigen Zellen, welche sich nicht nur an den Ecken sondern in der ganzer Breite der Blätter entwickeln. Die characteristische Zellwandverdickung ist massenhaft vertreten, und zwar zeigt die Verdickung einfache Tüpfel. — Vergr. $^{180}/_{1}$.

— Fig. 7. Blattlaminazellen aus unteren Teil des Blattes. Die einfachen Tüpfel treten so häufig auf, dass die Zellwände wie Beine aussehen. — Vergr. $^{180}/_{1}$.

— Fig. 8. Blattlaminazellen an der oberen Hälfte des Blattes. Die einfachen Tüpfel sind auch häufig vertreten; die Zellwände zeigen die characteristische Form: H. — Vergr. $^{180}/_{1}$.

— Fig. 9. Die Spitze eines Blattes. Die Zellwände zeigen wegen der Ausbildung der einfachen Tüpfel wieder die Formen der Beine. — Vergr. $^{180}/_{1}$.

— Fig. 10. Querschnitt der Blätter schematisch. Die Lamina ist wellenartig am Rande zurückgebogen. — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 11. Blattlaminazellen im Querschnitt. Die Lamina ist einschichtig und g l a t t; die Zellwände sind nicht gleichmässig verdickt, sondern die miteinander in Berührung stehenden Teile sind bemerkenswerter dicker, als die mit der Luft sich berührenden Teile. — Vergr. $^{320}/_{1}$.

— Fig. 12. Randteil an der Basis des Blattes, wo die grossen gelben Alarzellenförmigen Zellen = **2** beginnen; **1** = Blattlaminazellen. — Vergr. $^{215}/_{1}$.

— Fig. 13. Querschnitt des Stengels. **1** = die Epidermis, deren dickwandige Zellen Papillen, oft doppelte, bilden; unter dieser liegt das Stengelparenchym, deren äusserer Teil aus stark verdickten gelblichen Zellen (Hypodermis) = **2** besteht, der innere Teil aber aus parenchymatischen Zellen = **3**, die k e i n e n Centralstrang begrenzen, eine solcher ist bei *Allioniella* n i c h t entwickelt. — Vergr. $^{215}/_{1}$.

— Fig. 14. — 15. Reife, entleerte kapsel im trockenen Zustande — Vergr. $^{16}/_{1}$.

Fig. 16. Eine ungeschlechtliche (diploïdische) Generation im trockenen Zustande. **1** = Vaginula, welche die Perichaetialblätter = **2**

umgeben. Die Kapsel ist noch grün und mit Deckel versehen. Die Seta ist ganz glatt. Die Zellen der Perichaetialblätter haben ebenso eine Form und Structur wie die Stengelblätter. — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 17. Eine, zwischen den Blättern gefundene, kappenförmige Calyptra. — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 18. Eine noch ganz junge kapsel mit Deckel. — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 19. Längsschnitt der Kapsel im feuchten Zustande (schematisch, weil das Material für feinere Untersuchungen nicht gut war). **1** = Deckel; **2** = Kapselwand; **3** = Luftraum, über welchen sich keine Längslamellen ziehen; **4** = Columella. — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 20. Am Stengel, zwischen den Blätter sitzende kleine ♂ Perichaetialstengel, in denen 6—8 Antheridien sitzen; die Antheridien sind: 67 μ breit und mit dem 22 μ langen Stielchen zusammen: 144 μ lang. — Vergr. $^{13}/_{1}$.

— Fig. 21. Eine normale mit Centralspalte versehene Spaltöffnung. — Vergr. $^{320}/_{1}$.

— Fig. 22. Ein Stück des Peristomiums. **1** = mehrschichtiger Ring; 2 = die Zellen der Kapselwand; **3** = Peristomzähne; **ap.** = äussere Plaque, **ip.** = innere Plaque. Die äussere wasserhelle Lamelle zeigt keine Structur, die innere ist gelb. — Vergr. $^{215}/_{1}$.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 14.

Kurze Notiz über Allioniella cryphaeoïdes Broth.

Von

I. GYÖRFFY (Löcse Ungarn).

Mit 4 Orig. — Abbildungen.

Herr Dr. V. F. BROTHERUS hat mir eine neue Laubmoosgattung, *Allioniella,* geschickt, damit ich die nötigen Zeichnungen verfertige. Dieses interessante Moos habe ich genau untersucht und abgezeichnet. Während meiner Untersuchung habe ich einige so abweichende Eigenschaften bei *Allioniella* bemerkt, welche erwähnenswert sind und zwar weil diese Eigenschaften ausserordentliche sind, schreibe ich diese selbstständige kleine Notiz. Uebrigens hätte ich schon keinen Platz auf der, für Herrn BROTHERUS gezeichneten Tafel.

Es sei mir gestattet folgende Merkwürdigkeiten mitzuteilen, welche die Kenntnis dieser prachtvollen Gattung ergänzen.

Unter den normalen, am Grunde der Kapsel entwickelten 8—10 Spaltöffnungen sah ich 2 abweichende Formen, welche hauptsächlich aus allgemeinem, phylogenetischem Gesichtspunkte wichtig sind.

Die normalen, aus 2 Schliesszellen gebildeten Stomata haben eine rundliche Kontur, die Schliesszellen sind bohnenförmig, zwischen welchen sich eine grosse, ovale, breite Centralspalte befindet. Die Länge der Schliesstellen ist: 29 μ, ausnahmsweise: 35 μ; die Breite des Spaltöffnungsapparates ist: 32 μ, ausnahmsweise: 43 μ. Die Centralspalte ist: 8 μ lang, 5 μ breit, und selten: 10 μ lang, 8 μ breit.

Ich habe eine solche Spaltöffnung gesehen, welche nicht zwei, sondern drei Schliesszellen bildeten (Fig. 1). Nämlich an der Stelle der einen Schliesszelle sind zwei entstanden (2*, 2**), die andere Hälfte des Apparates aber besteht aus einer Schliesszelle (Fig. 1, 1). Die 3 Schliesszellen bilden aber keine Centralspalte; an der Stelle der Centralspalte ist ein gelblicher Zellwandteil (3). Eben darum war diese Spaltöffnung functionslos.

Eine andere sehr interessante Stoma sah ich bei *Allioniella*, welche unsere Fig. 2 darstellt. Hier besteht der Apparat aus vier Schliesszellen (1, 2, 3, 4), welche symmetrisch, kreuzförmig geordnet sind. Zwischen den vier Schliesszellen befindet sich eine gut entwickelte Centralspalte (5), welche zeigt, dass diese Spaltöffnung functionsfähig war. Diese, aus vier Zellen gebildete Spaltöffnung ist bedeutend grösser, wie die normale, denn ihre Länge und Breite beträgt: 43 μ! Eine einzige Schliesszelle ist: 18 μ lang und: 21 μ breit. Die Centralspalte ist: 8 μ lang und: 5 μ breit, also so ein Maas, wie das des normalen Apparates.

So sehen wir, dass bei *Allioniella* neben den functionsfähigen functionslose, neben den zweizelligen auch drei- und vierzellige Spaltöffnungen vorkommen.

Das Untersuchungsmaterial war so dürftig und nicht gut, dass ich keine Querschnitte aus den Spaltöffnungen zu verfertigen in der Lage war.

Phylogenetisch sind diese drei- und vierzelligen Stomata darum so wichtig, weil auf ein und demselben Pflanze drei wichtige phylogenetische Stufen der Spaltöffnungen unterscheidbar sind.

Auf der niedersten Stufe der Phylogenie stehen jene Stomata welche keine Centralspalte besitzen; auf höherem Grade steht schon jene, welche mit Centralspalte versehen, aus vier Zellen gebildet ist. Die mit Centralspalte versehene und aus 2 Schliesszellen gebildeten Spaltöffnungsapparate zeigen, dass der Sporophyt an das ländliche Luft-Leben schon ganz angewöhnt ist, gegen die Gefahr des Austrocknens mit zweckmässigem, relativ hochorganisiertem Apparate sich schützen kann. Anderseits diese Polymorphie der Spaltöff-

nungen bei ein und demselben Moose beweist, dass jene Eigenschaften, welche den Sporophyt des Mooses zur Anpassung an das Landleben fähig machen, auch jetzt noch immer nicht fixiert erblich sind; sie zeigen immer interessante Rückschläge (Atavismus) und zwar nicht nur auf einer, sondern auf mehreren Stufen der Phylogenie, wie das an anderen Beispielen der Herr Privatdocent Dr. O. PORSCH in seinem hochinteressanten, sehr wichtigen Werke betont hat. [1]

Erwähnenswert, aber schon nicht so wichtig ist endlich noch das, dass ich in ein und demselben Perichaetium zwei, selbständige, miteinander nicht verbundene, mit eigener Vaginula, Seta und Kapsel versehene Sporophyten fand. So einen Fall zeigt uns die Fig. 3 der Taf. im trockenen Zustande und einen anderen die Fig. 4. derselben Tafel, aber im feuchten Zustande.

Mir ist es sehr befremdend, solche Fälle als neue fo. oder var. zu benennen, denn hier kann natürlich von einem erblichen Character keine Rede sein! Eben darum habe ich einmal in unserer Zeitschrift [2] in einer kleinen Abhandlung den Rat gegeben solche Fälle nicht n. fo. oder var. *polyseta, biseta, polycarpa* etc. zu nennen, sondern nur als Polykarpophorie [3] zu erwähnen.

So eine Polykarpophorie ist auch bei der schönen, neuen Gattung *Allioniella* vorhanden.

---

[1] Dr. O. PORSCH: Der Spaltöffnungsapparat im Lichte der Phylogenie. Ein Beitrag zur „phylogenetischen Pflanzenhistologie". Jena 1905 p. 139 et equ., besonders auf S. 151.

[2] In Magyar Botanikai Lapok (= Ungarische Botanische Blätter) VIII. 1909: 43.

[3] *Πολύς + καρποφορία.*

Figurenerklärung.

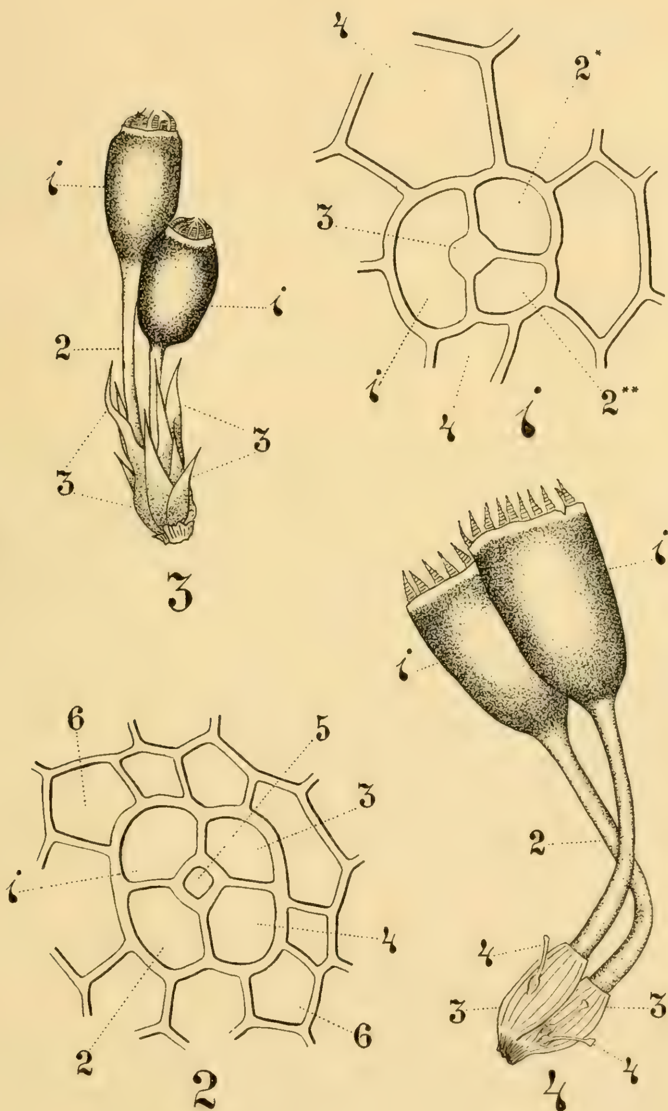
Allioniella cryphaeoïdes Broth.

— Fig. 1. Eine Spaltöffnung, die aus drei Schliesszellen gebildet ist, und welche keine Centralspalte hat. 1 = die eine, 2*, 2** die anstatt der andere Hälfte entwickelten Schliesszellen; 3 = an der Stelle der Centralspalte sich befindliche Zellwandteil; 4 = Zellen der Kapselwand, — Vergr. $^{320}/_{1}$.

— Fig. 2. Spaltöffnung, welche aus vier Zellen gebildet ist. 1 4 = Schliesszellen; 5 = Centralspalte; 6 = Zellen der Kapselwand. — Vergr. $^{320}/_{1}$.

— Fig. 3. Polykarpophorie; zwei Sporophyten sitzen in einem Perichaetium. Im trocken. Zustande. 1 = Kapsel; 2 = Seta; 3 = Blätter des Perichaetiums. — Vergr. $^{16}/_{1}$.

— Fig. 4. Polykarpophorie. Ein anderes Exemplar im feuchten Zustande. 1 = kapsel; 2 = Seta; 3 = Vaginula, auf der einige Archegonien (♀) sitzen = 4. — Vergr. $^{16}/_{1}$.



Ad. nat. delin. I. Györffy.

Fotolitogr. G. Arvidsson, H:fors

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar.
Bd. LIII 1909—1910. Afd. A N:o 15.

Zur Theorie der Konvergenz der Poincaré'schen Reihen bei den Hauptkreisgruppen.

von

SEVERIN JOHANSSON.

1. In seiner Abhandlung: *Die eindeutigen automorphen Formen vom Geschlechte Null, eine Revision und Erweiterung der Poincaré'schen Sätze*, Math. Ann. Bd. 41 pg. 1 (1892) hat RITTER den Satz aufgestellt, *dass die Poincaré'schen Reihen (−2)-ter Dimension sicher dann nicht mehr absolut konvergent sind, wenn das Polygonnetz eine oder unendlich viele Grenzkurven besitzt.* Weiter haben RITTER und BURNSIDE [1]) den Satz gefunden, *dass bei denjenigen Hauptkreisgruppen, welche ein über die ganze Ebene ausgebreitetes Netz besitzen, bei denen also die Grenzpunkte den Hauptkreis nicht überall dicht bedecken, sondern auf demselben isoliert liegen, die Poincaré'schen Reihen (−2)-ter Dimension im ganzen Netze stets unbedingt und gleichmässig konvergent sind.*

Ist

$$S\eta = \frac{\alpha\eta + \beta}{\gamma\eta + \delta} \qquad (\alpha\delta - \beta\gamma = 1)$$

eine Substitution der Hauptkreisgruppe in der η – Ebene, so handelt es sich in den genannten Sätzen um die Reihe.

[1]) *Ritter* Math. Ann. Bd. 41 § 12. *Burnside On a class of automorphic functions* Proceedings of the London Math. Soc. Nov. 1891.

$$\sum \left| \frac{dS}{d\eta} \right| = \sum \frac{1}{|\gamma\eta + \delta|^2}, \tag{1}$$

wo die Summe über alle Substitutionen der Hauptkreisgruppe zu erstrecken ist.

In Bezug auf die Konvergenz dieser Reihe zerfallen nach den obigen Sätzen die Hauptkreisgruppen der η-Ebene in zwei Typen, jenachdem der Hauptkreis ein Grenzkreis ist, über dessen Peripherie die Gruppe nicht fortsetzbar ist, oder nicht; im ersten Falle divergiert die Reihe (1), im zweiten dagegen ist die Reihe konvergent.

Dieser Satz kann auch so ausgedrückt werden, dass wir sagen: die Summe (1) ist konvergent oder divergent, jenachdem die Hauptkreisgruppe auf der Peripherie des Hauptkreises eigentlich diskontinuierlich ist oder nicht.

2. Diese Sätze sind nun alle richtig, solange es sich um Gruppen handelt, die aus endlich vielen Erzeugenden aufgebaut sind. Wenn wir aber Gruppen mit unendlich vielen erzeugenden Substitutionen mit in Betracht ziehen, so verlieren die obigen Sätze ihre Bedeutung. Ich will nämlich im Folgenden zwei Beispiele von Hauptkreisgruppen angeben, *die den Hauptkreis zu wirklichem Grenzkreis haben und bei denen trotzdem die Poincaré'sche Reihe*

$$\sum \frac{1}{|\gamma\eta + \delta|^2}$$

konvergiert. Freilich haben dann diese Gruppen unendlich viele Erzeugende.

Mein erstes Beispiel steht in engem Zusammenhang mit denjenigen Untersuchungen, die *Poincaré*[1]) über die Konvergenz der genannten Reihe angestellt hat. In mei-

---

[1]) *Sur les groupes des équations linéaires,* Acta mathem. T. IV. *Sur l'uniformisation des fonctions analytiques*, Acta mathem. T. XXXI.

nem zweiten Beispiele gehe ich von ganz eigenartigen Anschauungen aus, auf die ich später noch zurückkommen werde.

Erstes Beispiel.

3. Es bedeute in der ω—Ebene U die lineare Substitution $\omega + 1$; weiter sei

$$\Sigma = \frac{\alpha\omega + \beta}{\gamma\omega + \delta}$$

eine beliebige Substitution der Modulgruppe, d. h. α, β, γ und δ sind beliebige der Beziehung

$$\alpha\delta - \beta\gamma = 1$$

genügende ganze rationale Zahlen. Schliesslich sei n eine beliebige aber fest gewählte, ganze Zahl $\geqq 7$.

Wir betrachten jetzt die unendlich vielen Substitutionen

$$\Sigma^{-1} U^n \Sigma \equiv \frac{(1 + n\gamma\delta)\,\omega + n\delta^2}{-n\gamma^2\,\omega + 1 - n\gamma\delta}, \tag{2}$$

wo Σ alle Substitutionen der Modulgruppe durchläuft.

Alle Substitutionen (2) gehören ersichtlich der Modulgruppe an. Wenn wir also aus diesen Substitutionen als Erzeugenden eine Gruppe aufbauen, so ist diese eine Untergruppe der Modulgruppe. Diese Untergruppe ist die in der Theorie der Modulgruppe wohlbekannte Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$[1])

Die Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ deckt sich ersichtlich mit der Mannigfaltigkeit aller derjenigen Modulsubstitutionen, die sich in die Form bringen lassen

$$\prod_\nu \Sigma_\nu^{-1} U^{\varkappa_\nu n} \Sigma_\nu$$

[1]) Vgl. *Klein-Fricke: Vorlesungen über die Theorie der elliptischen Modulfunktionen.* S. 356.

wo $\varkappa_\nu$ eine ganze Zahl ist und Σ_ν eine Substitution der Modulgruppe.

Ist nun Σ eine beliebige Substitution der Modulgruppe so ist

$$\Sigma^{-1}(\Pi_\nu \Sigma_\nu^{-1} U^{\varkappa_\nu n} \Sigma_\nu)\, \Sigma = \Pi_\nu \Sigma^{-1} \Sigma_\nu^{-1} U^{\varkappa_\nu n} \Sigma_\nu \Sigma =$$

$$\Pi_\nu (\Sigma_\nu \Sigma)^{-1} U^{\varkappa_\nu n} \Sigma_\nu \Sigma$$

Da $\Sigma_\nu \Sigma$ wieder eine Substitution der Modulgruppe ist, so folgt aus der letzten Entwickelung, dass $\Gamma_{\{n\}}$ in der Modulgruppe als ausgezeichnete Untergruppe enthalten ist.

4. Wenn wir nun die Modulhalbebene auf das Innere des Einheitskreises einer η – Ebene durch eine geeignet gewählte lineare Substitution konform abbilden, so geht die Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ in eine Gruppe Γ über, die das Innere des Einheitskreises in sich transformiert.

$$\Gamma = \Gamma\,(1, S_1, S_2, \ldots, S_\nu, \ldots),$$

$$S_\nu = \frac{\alpha_\nu\, \eta + \beta_\nu}{\gamma_\nu\, \eta + \delta_\nu}.$$

Die Gruppe Γ ist insoweit unbestimmt, dass wir das Innere das Einheitskreises einer beliebigen Verschiebung in sich unterwerfen können.

Von dieser Gruppe Γ (oder richtiger von allen hiermit definierten Gruppen Γ) wollen wir zeigen

1:o *dass die Gruppe Γ den Einheitskreis als wirklichen Grenzkreis hat*

2:o *dass die Poincaré'sche Reihe*

$$\sum_{\mu} \frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2}$$

konvergiert.

5. Der erste Teil unserer Behauptung deckt sich mit der Behauptung, dass die Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ in der Modulhalbebene keine Fortsetzung über die reale Achse zulässt. Dieser Umstand folgt aber einfach aus der Erzeugung der Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$.

In der Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ sind nämlich alle Substitutionen

$$\Sigma^{-1} U^n \Sigma \equiv \frac{(1 + n\gamma\delta)\,\omega + n\delta^2}{-n\gamma^2\omega + 1 - n\gamma\delta} \tag{3}$$

enthalten. Diese Substitutionen sind alle von parabolischem Typus und ihre Fixpunkte sind die Punkte

$$\omega = -\frac{\delta}{\gamma}$$

der realen Achse, wo δ und γ alle Paare zu einander relativ primer Zahlen durchlaufen sollen. Also liegen schon die Fixpunkte der Substitutionen (3) überall dicht auf der realen Achse, woraus hervorgeht, dass die reale Achse eine wirkliche Grenzkurve für die Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ ist, genau so wie sie eine Grenzkurve für die Modulgruppe ist.

Die Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ hört also auf der realen Achse auf eigentlich diskontinuierlich zu sein, indem nämlich unter den Punkten der realen Achse, die in Bezug auf $\Gamma_{\{n\}}$ mit den Punkten einer noch so kleinen Strecke aeqvivalent sind, Punkte gerade dieser Strecke vorkommen.

Hiermit ist dann der erste Teil unserer Behauptung erledigt. [1])

---

6. Um den Beweis zu erbringen, dass die Reihe

$$\sum_{\mu} \frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2}$$

konvergiert, müssen wir funktionentheoretische Anschauungen heranziehen.

Wir betrachten in einer z - Ebene die Schwarzschen s — Funktionen

$$\eta_n = s\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{n}; z\right)$$

und

$$\eta_\infty = s\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{\infty}; z\right).$$

Diese Funktionen sind bekanntlich über die z - Ebene regulär verzweigte Funktionen, die ihre Windungspunkte in o, 1 und ∞ haben. In o und 1 hängen sowohl bei η_n als bei η_∞ immer je zwei bezw. je drei Blätter in Zyklus zusammen, während in dem unendlich fernen Punkte η_n mit Zykeln von n Blättern in jedem Zyklus und η_∞ mit unendlich vielen Blättern in jedem Zyklus auftreten.

Es entspringen so zwei über die z - Ebene regulär verzweigte, unendlich vielblättrige, einfach zusammenhängende Riemannsche Flächen F_n und F_∞. Die Funktionen η_n und η_∞ sind auf den Flächen F_n und F_∞ bezw. eindeutige und einwertige Funktionen. Weiter ist η_n noch auf der Fläche F_∞ eindeutig und infolgedessen *eine eindeutige Funktion von* η_∞.

---

[1]) Alle bis jetzt gewonnenen Ergebnisse gelten für $n \geqq 2$. Die folgenden Entwickelungen verlangen, dass $n \geqq 7$.

Die Funktionen η_n und η_∞ vermitteln die konforme Abbildung der Flächen F_n und F_∞ auf das schlichte und lückenlose Innere eines Kreises der η_n – bezw. η_∞ – Ebene.[1]) Dabei entstehen in diesen Ebenen die aus der Theorie der Dreiecksfunktionen bekannten Dreiecksnetze.

Die Dreiecksfunktionen η_n und η_∞ sind bis auf eine beliebige Kreisverwandschaft bestimmt. Unter den mit einander kreisverwandten η_∞ – Ebenen kommt dann bekanntlich auch die Modulhalbebene vor. Das besagt aber, *dass die Funktion* η_n *in der Modulhalbebene eine eindeutige Funktion ist.* Von dieser Funktion η_n in der Modulhalbebene wollen wir zeigen, *dass sie bei allen Substitutionen der Gruppe* $\Gamma_{\{n\}}$ *und nur bei diesen in sich übergeht, oder also dass die Funktion* η_n *eine in Bezug auf* $\Gamma_{\{n\}}$ *automorphe Funktion in der Modulhalbebene ist.*

η_n geht als Funktion in der z – Ebene in sich über immer und nur bei Umläufen, die sich auf der Fläche F_n schliessen. Ein solcher Umlauf lässt sich aber durch stetige Verschiebung ohne die Punkte o, 1 oder ∞ zu überstreichen in Schleifen auflösen. Eine Schleife geht dann von einem regulären Punkte aus, durchläuft gewisse Blätter und rückt gegen einen Windungspunkt an, den sie vollständig ein oder mehrere Male umwindet, wonach sie denselben Weg zum Ausgangspunkte zurückkehrt.

Nun liefern alle Schleifen, die die Punkte o oder 1 auf der Fläche F_n vollständig umwinden, ebenfalls auf F_∞ geschlossene Wege, während Schleifen, die den unendlich fernen Punkt auf F_n vollständig umwinden, zu offenen Wegen auf F_∞ Anlass geben. Da diese Wege aber den un-

---

[1]) Es folgt das aus dem Umstande, dass

$$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{\infty}<1$$

und $$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{1}{n}<1, \text{ sobald } n \geqq 7.$$

endlich fernen Punkt der z-Ebene νn-Mal umwinden, wo ν eine ganze Zahl bedeutet, so werden diese Umläufe in der Modulhalbebene offene Wege, die in Bezug auf $\Gamma_{\{n\}}$ aeqvivalente Punkte dieser Halbebene verbinden.

Liegt umgekehrt eine solche Substitution vor, so entsteht auf F_∞ ein Weg, der aus Schleifen zusammengesetzt ist, welche alle den unendlich fernen Punkt νn– Mal umwinden. Solche Wege sind aber auf F_n niedergelegt geschlossene Wege, die also η_n in sich überführen.

Hiermit ist bewiesen, dass η_n als Funktion in der Modulhalbebene eine zur Gruppe $\Gamma_{\{n\}}$ gehörende automorphe Funktion ist.

7. Wenn wir nunmehr die Modulhalbebene in die Fläche des Einheitskreises der η–Ebene überführen (Vgl. S. 4), so wird η_n eine eindeutige Funktion in der η–Ebene; dieser Übergang entspricht dabei einfach einer neuen Auswahl aus der Gesamtheit der mit einander kreisverwandten Funktionen η_∞. Es ist unmittelbar klar, *dass die Funktion* η_n *als Funktion in der* η–*Ebene eine automorphe Funktion ist, deren Gruppe grade mit unserer* S. 4 *definierten Gruppe* Γ *zusammenfällt.*

Die Fläche F_∞ kann aufgefasst werden als eine unendlichvielfache Überlagerung der Fläche F_n. In der η–Ebene wird nun F_∞ auf das Innere des Einheitskreises ausgebreitet. Dabei geht dann F_n in ein Flächenstück über, welches unendlich viele Dreiecke der Dreiecksteilung in der η– Ebene überdeckt. Entsprechend der unendlich vielfachen Überlagerung erhalten wir unendlich viele derartige Flächenstücke, die sich neben einander lagern und deren Mannigfaltigkeit schliesslich das Innere des Einheitskreises genau einmal überdeckt. Diese Flächenstücke gehen in einander über durch die Substitutionen der Gruppe Γ und jedes von ihnen kann also aufgefasst werden als ein Fundamentalbereich der Gruppe Γ. Der S. 5. bewiesene Satz, dass die Gruppe Γ auf der Peripherie des Einheitskreises nicht mehr eigentlich diskontinuierlich ist, besagt, dass keiner dieser

Bereiche endlich ausgedehnte Stücke der Peripherie des Einheitskreises in seiner Begrenzung aufweist.

Weil η_n auf der Fläche F_n einwertig ist, so nimmt sie als Funktion in der η-Ebene innerhalb jedes der oben definierten Bereiche jeden Wert, den sie überhaupt annimmt, genau einmal an. Die Funktion η_n war aber nur bis auf eine beliebige Kreisverwandschaft bestimmt. Diese Kreisverwandschaft wollen wir nun erstens so ausnützen, dass die entstandene Funktion η_n die Fläche F_n auf das Innere des Einheitskreises der η_n-Ebene konform abbildet. Die Funktion η_n ist dann bis auf eine beliebige Verschiebung dieser Kreisfläche in sich bestimmt. Durch diese Verschiebung können wir noch erreichen, dass η_n als Funktion in der η-Ebene grade in dem Nullpunkte dieser Ebene verschwindet.

Die hiermit für $|\eta| < 1$ vollständig festgelegte Funktion η_n hat die für die folgende Entwickelung wichtige Eigenschaft, dass

$$|\eta_n| < 1$$

ist. Weiter verschwindet die Funktion η_n in dem Nullpunkte der η-Ebene und in allen mit dem Nullpunkte in Bezug auf die Gruppe Γ aeqvivalenten Punkte; in allen übrigen Punkten $|\eta| < 1$ ist die Funktion η_n von Null verschieden.

---

8. Nach den hiermit durchgeführten Überlegungen bietet es keine Schwierigkeiten mehr dar zu beweisen, dass die Summe

$$\sum_\mu \frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2}$$

konvergiert. Wir wollen deshalb zuerst die Konvergenz einer anderen Summe sicherstellen.

Weil innerhalb des Einheitskreises der η – Ebene

$$|\eta_n| < 1$$

ist, so folgt, dass die Potentialfunktion

$$-\log|\eta_n|$$

daselbst überall positiv ist. Weil η_n nur in dem Nullpunkte der η – Ebene und in allen mit dem Nullpunkte in Bezug auf Γ aeqvivalenten Punkten verschwindet, so wird das Potential $-\log|\eta_n|$ nur in diesen Punkten unstetig und ist sonst überall regulär. Ist a einer der genannten Punkte, so hat das Potential in der Umgebung von a die Entwickelung

$$-\log|\eta_n| = -\log|\eta - a| + \textit{eine in } a \textit{ reguläre harmonische Funktion.}$$

Wir betrachten jetzt die Summe

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta| \qquad S_0\eta = \eta\,. \tag{4}$$

Die Unstetigkeiten des Gliedes

$$-\log|S_\mu \eta|$$

sind die Punkte

$$S_\mu \eta = 0$$

und

$$S_\mu \eta = \infty,$$

d. h. die Punkte

$$\eta = \overset{-1}{S_\mu}(0)$$

und

$$\eta = \overset{-1}{S_\mu}(\infty)\,.$$

Von diesen liegen die Punkte $S_{\mu}^{\;1}(\infty)$ ausserhalb der Peripherie des Einheitskreises. Dagegen liegen die Punkte $S_{\mu}^{\;1}(0)$ sämtlich innerhalb der Peripherie des Einheitskreises und ihre Mannigfaltigkeit deckt sich mit der Mannigfaltigkeit der Unstetigkeiten von $-\log|\eta_n|$.

Für $|\eta|<1$ ist $|S_{\mu}\eta|<1$. Die Reihe (4) besteht also aus lauter positiven Gliedern sobald $|\eta|<1$. Von dieser Reihe wollen wir nun zeigen dass sie konvergiert und dass ihre Summe grade gleich $-\log|\eta_n|$ ist.[1]

9. Wir beweisen also folgenden Satz:
Es besteht die identische Beziehung

$$-\log|\eta_n| = \sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_{\mu}\eta|$$

für $|\eta|<1$.

Vorläufig beweisen wir, dass wenn N eine beliebige ganze Zahl ist, die Ungleichung besteht

$$-\log|\eta_n| > \sum_{\mu=0}^{\mu=N} -\log|S_{\mu}\eta| \tag{5}$$

für $|\eta|<1$.

Die Summe rechter Hand wird unstetig in den $N-1$ Punkten

$$0,\ S_{\mu}^{-1}(0) \qquad \mu=1,2,\ldots,N; \tag{6}$$

sonst ist die Summe überall innerhalb des Einheitskreises regulär. Weil $S_{\mu}\eta$ eine Verschiebung des Einheitskreises in sich bedeutet, so ist längs der Peripherie dieses Kreises

$$|S_{\mu}\eta| = 1,$$

[1] Vgl. *Poincaré* Acta math. T. IV und T. XXXI.

woraus erhellt, dass die betrachtete Summe längs dieser Peripherie verschwindet. Schlagen wir also einen mit dem Einheitskreise konzentrischen Kreis mit dem Radius $\varrho < 1$, welcher die Unstetigkeiten (6) im Inneren enthält und lassen ϱ hinterher gegen 1 wachsen, so sinken die Werte der Summe in (5) längs der Peripherie dieses Kreises unbegrenzt gegen Null, oder anders ausgedrückt: Ist ε beliebig klein, so kann $\varrho_0 < 1$ so gewählt werden, dass, wenn

$$\varrho_0 \leqq \varrho \leqq 1$$

und $|\eta| = \varrho$

$$0 \leqq \sum_{\mu=0}^{\mu=N} -\log|S_\mu \eta| \leqq \varepsilon \tag{7}$$

Nunmehr betrachten wir die Funktion

$$\omega_N = -\log|\eta_n| - \sum_{\mu=0}^{\mu=N} -\log|S_\mu \eta|.$$

Von dieser Funktion wollen wir also zeigen, dass sie positiv ist für $|\eta| < 1$. Den Beweis führen wir indirekt.

Wir nehmen an, dass ω_N in einem Punkte η_0 ($|\eta_0| < 1$) einen negativen Wert $-\sigma$ annehmen würde, und werden daraus einen Widerspruch ableiten.

Wir wählen deshalb

$$\varepsilon < \sigma$$

und dann hinterher ϱ_0 so, dass erstens

$$\varrho_0 > |\eta_0|$$

und dass zweitens die obige Ungleichung (7) erfüllt ist. Unter den Werten von ϱ wählen wir dann einen so aus, dass der Kreis mit dem Radius ϱ durch keinen der Unste-

tigkeitspunkte von $-\log|\eta_n|$ geht. Innerhalb dieses Kreises liegt der Punkt η_0 und sämtliche Punkte (6).

Auf der Peripherie dieses Kreises ist

$$-\log|\eta_n| > 0$$

und
$$0 < \sum_{\mu=0}^{\mu=N} -\log|S_\mu \eta| \leqq \varepsilon;$$

folglich ist daselbst

$$\omega_N > -\varepsilon$$

oder
$$\omega_N + \varepsilon > 0$$

Innerhalb der Peripherie des betrachteten Kreises hat die Funktion $\omega_N + \varepsilon$ eine endliche Anzahl Unstetigkeiten, wo sie positiv logaritmisch unendlich gross wird. Also können wir schliessen, dass für alle Punkte innerhalb dieses Kreises

$$\omega_N + \varepsilon > 0.$$

Insbesondere folgt hieraus, weil η_0 innerhalb unseres Kreises vorkommt, dass

$$-\sigma + \varepsilon > 0$$

oder
$$\varepsilon > \sigma.$$

Diese Ungleichung ist aber im Widerspruch mit der Festlegung $\varepsilon < \sigma$. Also ist für $|\eta| < 1$

$$\omega_N \geqq 0.$$

Würde nun ω_N in einem Punkte Null, so würde sie nach dem Gaussischen Mittelwertssatze überhaupt identisch Null. Das ist aber nicht der Fall, denn die Funktion ω_N hat ja Unstetigkeitspunkte innerhalb des Einheitskreises.

Folglich haben wir gefunden, dass für $|\eta| < 1$

$$\omega_N > o$$

oder

$$-\log|\eta_n| > \sum_{\mu=0}^{\mu=N} -\log|S_\mu \eta|.$$

Hiermit ist die auf S. 11 gemachte Behauptung bewiesen.

10. Wenn N unbegrenzt wächst, so können wir schliessen, dass in limes

$$-\log|\eta_n| \geqq \sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|. \tag{8}$$

Hieraus folgt dass die Reihe

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|$$

konvergiert. Das ist schon für unseren Zweck hinreichend; wir wollen aber der Vollständigkeit halber den leicht erreichbaren Schluss ziehen, dass in der Beziehung (8) das Gleichheitszeichen zum Vorschein kommt.

Das Potential

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|$$

ist, wie aus seiner Bauart hervorgeht, automorph in Bezug auf die Gruppe Γ. Wenn wir also nach der η_n – Ebene gehen, so muss die Summe daselbst eindeutig sein. In dieser Ebene wird die Summe nur noch im Nullpunkte unstetig, sonst ist die Funktion für $|\eta_n| < 1$ überall regulär. Weiter ist nach (8)

$$-\log|\eta_n| > \sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta| \cdot$$

Wenn wir uns nun der Peripherie des Einheitskreises der η_n – Ebene nähern, so sinken die Werte von $-\log|\eta_n|$ gleichmässig gegen Null. Also sinken auch die Werte von

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|$$

gleichmässig gegen Null. Das Potential

$$-\log|\eta_n| - \sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|,$$

welches keine kritische Punkte mehr hat, sinkt gleichmässig gegen Null, wenn wir uns der Peripherie des Einheitskreises der η_n – Ebene nähern. Dieses Potential ist also identisch Null, d. h. wir haben die identische Beziehung

$$-\log|\eta_n| = \sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|$$

q. e. d.

11. Es kann nun ohne Schwierigkeit bewiesen werden, dass die Reihen

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} \frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2}$$

und
$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log|S_\mu \eta|$$

gleichzeitig konvergieren oder divergieren.

Da $S_\mu \eta$ eine Verschiebung des Einheitskreises in sich bedeutet, so ist $S_\mu \eta$ von der Form

$$S_\mu \eta = \frac{\delta_\mu \eta + \gamma_\mu}{\gamma_\mu \eta + \delta_\mu},$$

wo δ_μ und $\bar{\gamma}_\mu$ die konjugierten Zahlen zu δ_μ und γ_μ sind; dabei ist

$$|\delta_\mu|^2 - |\gamma_\mu|^2 = 1.$$

Nun ist

$$|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2 - |\delta_\mu \eta + \gamma_\mu|^2 = (\gamma_\mu \eta + \delta_\mu)(\gamma_\mu \eta + \delta_\mu)$$
$$-(\delta_\mu \eta + \gamma_\mu)(\delta_\mu \eta + \gamma_\mu) = 1 - |\eta|^2,$$

oder also

$$1 - |S_\mu \eta|^2 = \frac{1 - |\eta|^2}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2},$$

oder schliesslich

$$\frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2} : -\log|S_\mu \eta| = \frac{1 - |S_\mu \eta|^2}{-\log|S_\mu \eta|} \cdot \frac{1}{1 - |\eta|^2}.$$

Daraus folgt, dass

$$\lim_{\mu=\infty} \left(\frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2} : -\log|S_\mu \eta| \right) = \frac{2}{1 - |\eta|^2}$$

Aus dieser Beziehung schliessen wir, dass die Reihen

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} \frac{1}{|\gamma_\mu \eta + \delta_\mu|^2}$$

und

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=\infty} -\log |S_\mu \eta|$$

gleichzeitig konvergieren oder divergieren.

Da wie oben bewiesen wurde die zweite Reihe konvergiert, so konvergiert auch die erste. Also haben wir gefunden, *dass bei unserer Gruppe Γ die Poincaré'schen Reihen (-2):ter Dimension konvergent sind.* Hiermit ist dann unser erstes Beispiel zu Ende geführt.

Zweites Beispiel.

12. In meinem zweiten Beispiele werde ich von ganz anderen Anschauungen ausgehen.

Ich denke mir auf der Peripherie des Einheitskreises eine abgeschlossene nirgends dichte Menge von Punkten, Π_0. Diese Menge besteht dann bekanntlich aus den Endpunkten einer abzählbaren Menge von Kreisbogen δ_ν dieser Peripherie, die keine Punkte gemeinsam haben, und den Häufungsstellen dieser Endpunkte.

Ich ziehe jetzt über alle die genannten, von Punkten der Menge Π_0 freien Kreisbogen δ_ν Ortogonalkreise zum Einheitskreise und bekomme dadurch unendlich viele Kreisbogenzweiecke, deren jedes von einem δ_ν und dem zugehörigen Ortogonalkreise begrenzt ist. Wenn ich alle diese Zweiecke aus der Fläche des Einheitskreises entferne, so bleibt übrig ein Kontinuum A_0, welches wir ein Kreisbogenpolygon nennen wollen.

Es sei nun δ_{ν_0} ein beliebiger Kreisbogen δ_ν. Indem wir in dem zu diesem Bogen δ_{ν_0} angehörigen Ortogonalkreise spiegeln, so entspringt als Abbild der Menge Π_0 auf δ_{ν_0} eine abgeschlossene nirgends dichte Menge Π_{ν_0}; die Menge Π_{ν_0} hat dann die Endpunkte von δ_{ν_0} mit Π_0 gemeinsam und besteht übrigens aus Endpunkten gewisser δ_{ν_0} angehörigen Kreisbogen $\delta_{\nu_0 \nu}$ und ihren Häufungspunkten.

Zu den Bogen $\delta_{\nu_0 \nu}$ ziehe ich jetzt die Ortogonalkreise genau so wie anfänglich zu den Bogen δ_ν. Es entstehen so wieder unendlich viele Kreisbogenzweiecke, die sämtlich dem von δ_{ν_0} und seinem Ortogonalkreise begrenzten Zweiecke angehören. Wenn wir aus diesem Zweiecke alle jene unendlich viele Zweiecke entfernen, so entsteht ein Kreisbogenpolygon A_{ν_0}. A_{ν_0} ist dann ersichtlich das Spiegelbild von A_0 in dem über δ_{ν_0} gezogenen Ortogonalkreise.

In dieser Weise können wir nun in unbegrenzter Folge neue Spiegelbilder herstellen, indem wir jedesmal über „freie“ Ortogonalkreise weiter spiegeln. Die Spiegelungsprozesse spielt sich genau so ab wie in dem bekannten Falle, wo A_0 aus endlich vielen Ortogonalkreisen des Einheitskreises begrenzt ist. Wir bekommen als Endresultat ein Netz von Kreisbogenpolygonen

$$\mathsf{A}^{(0)} \equiv \mathsf{A}_0,\ \mathsf{A}^{(1)},\ \mathsf{A}^{(2)}, \ldots$$

und unendlich viele abgeschlossene nirgends dichte Punktmengen

$$\Pi^{(0)} = \Pi_0,\ \Pi^{(1)},\ \Pi^{(2)}, \ldots,$$

deren zwei verschiedene höchstens zwei Punkte gemeinsam haben.

Das Polygon $\mathsf{A}^{(\nu)}$ enthält die Punkte der Menge $\Pi^{(\nu)}$, sonst aber keine Punkte der Peripherie des Einheitskreises. Die Polygone $\mathsf{A}^{(\nu)}$ lagern sich schlicht und lückenlos neben

einander und ihre Gesamtheit füllt das ganze Innere des Einheitskreises genau einmal aus.

13. In bekannter Weise bilde ich jetzt aus der Gesamtheit der oben definierten Spiegelungen eine Gruppe linearer Substitutionen. Wir schraffieren deshalb unser Ausgangspolygon A_0. Die aus A_0 bei Spiegelung über die freien Ränder entstandenen Polygone A_ν lassen wir ohne Schraffierung; die aus A_ν durch Spiegelung über die freien Ränder entstandenen Polygone A werden wiederum schraffiert u. s. w. In solcher Weise wird dann schliesslich unser Netz aus abwechselnd schraffierten und unschraffierten Polygonen bestehen, wobei dann immer von zwei neben einander liegenden Polygonen das eine schraffiert, das andere unschraffiert ist.

Die Gesamtheit aller derjenigen Operationen, die die Zusammenfassung aller schraffierten oder aller unschraffierten Bereiche in sich überführen, bildet dann eine Gruppe linearer Substitutionen Γ.

A_{ν_0} sei ein beliebiges der Polygone A_ν. Dann ist das Polygon

$$A_0 = \mathsf{A}_0 + \mathsf{A}_{\nu_0}$$

ersichtlich ein Fundamentalbereich der Gruppe Γ. Durch Ausübung der Substitutionen in Γ entstehen aus A_0 unendlich viele Bereiche

$$A^{(0)} \equiv A_0,\ A^{(1)},\ A^{(2)},\ \ldots,$$

die das ganze Innere des Einheitskreises genau einmal ausfüllen; jedes $A^{(\nu)}$ besteht dabei aus einem schraffierten und einem unschraffierten Polygon A.

Das Polygon A_0 enthält die Punkte der Mengen Π_0 und Π_{ν_0}, sonst aber keine Punkte der Peripherie des Einheitskreises. Bezeichnen wir die Zusammenfassung der Mengen Π_0 und Π_{ν_0} mit P_0, so ist P_0 eine nirgends dichte abgeschlossene Menge. In den Punkten von P_0 erreicht also A_0 die Peri-

pherie des Einheitskreises; übrigens aber besteht A_0 aus Punkten, die sämtlich innerhalb des Einheitskreises liegen.

Aus P_0 entstehen durch Ausühung der Substitutionen in Γ neue abgeschlossene nirgends dichte Mengen

$$P^{(0)} \equiv P_0,\ P^{(1)},\ P^{(2)},\ \ldots,$$

deren zwei verschiedene höchstens zwei Punkte gemeinsam haben. Das Polygon $A^{(\nu)}$ erreicht in den Punkten von $P^{(\nu)}$ die Peripherie des Einheitskreises, besteht aber sonst aus lauter Punkten, die dem Inneren des Einheitskreises angehören.

14. Die Punkte der Peripherie des Einheitskreises zerfallen in zwei Klassen: die Punkte erster Art, die unterhalb endlich vieler Ortogonalkreise liegen, und die Punkte zweiter Art, die unterhalb unendlich vieler Ortogonalkreise liegen. Die Punkte erster Art sind dann einfach die Punkte der Mengen $P^{(0)}$, $P^{(1)}$, ...

Sowohl die Punkte erster Art als die Punkte zweiter Art liegen überall dicht auf der Peripherie des Einheitskreises. In Bezug auf die Punkte erster Art hat dabei die Menge $P^{(0)}$ die Eigenschaft, dass jeder Punkt erster Art mit einem Punkte von $P^{(0)}$ aeqvivalent ist. Die Menge $P^{(0)}$ spielt also für die Gruppe Γ eine ähnliche Rolle auf der Peripherie des Einheitskreises wie das Fundamentalgebiet im zweidimensionalen Bereich. Die Menge $P^{(0)}$ könnte etwa als die *Fundamentalmenge* der Gruppe Γ bezeichnet werden.

Die Gruppe Γ hat ersichtlich den Einheitskreis als wirklichen Grenzkreis. Es geht das einfach aus dem Umstande hervor, dass jedes System in Bezug auf Γ aeqvivalenter Punkte im Inneren des Einheitskreises als Häufungsstellen sämtliche Punkte zweiter Art hat und sich also gegen alle Punkte der Peripherie des Einheitskreises anhäuft.

15. Die Punktmenge $P^{(0)}$ besteht aus den Endpunkten unendlich vieler Kreisbogen d_ν und ihren Häufungspunk-

ten. Weil die Kreisbogen d_ν keine Punkte gemeinsam haben, ist

$$\sum_\nu d_\nu \leqq 2\pi$$

Es treten uns hier zwei Möglichkeiten entgegen. Entweder ist

$$\sum_\nu d_\nu = 2\pi$$

oder

$$\sum_\nu d_\nu < 2\pi.$$

Wir wollen diese Fälle als den *parabolischen* und den *hyperbolischen* Fall bezeichnen.

Den Ausdruck

$$I^{(0)} = 2\pi - \sum_\nu d_\nu$$

wollen wir den längs der Peripherie des Einheitskreises gemessenen *Inhalt* der Menge $P^{(0)}$ nennen. Die beiden Fälle sind dann dadurch von einander verschieden, dass im parabolischen Falle die Fundamentalmenge $P^{(0)}$ ohne Inhalt ist, d. h. den Inhalt Null hat, während im hyperbolischen Falle $P^{(0)}$ einen von Null verschiedenen Inhalt besitzt.

16. Indem ich mir vorbehalte auf den parabolischen Fall später zurückzukommen, beweise ich hier folgenden Satz:

Bei den Gruppen vom hyperbolischen Typus konvergieren die Poincaré'schen Reihen (-2):ter Dimension.

Es sei Γ eine Gruppe vom hyperbolischen Typus; ihre Substitutionen seien

$$S^{(\mu)}\eta = \frac{\overline{\delta}^{(\mu)}\eta + \overline{\gamma}^{(\mu)}}{\gamma^{(\mu)}\eta + \delta^{(\mu)}} \qquad (|\delta^{(\mu)}|^2 - |\gamma^{(\mu)}|^2 = 1).$$

Es gilt zu beweisen, dass die Reihe

$$\sum_\mu \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}\eta + \delta^{(\mu)}|^2} \tag{9}$$

konvergiert.

Nun ist

$$S^{(\mu)}\left(-\frac{\delta^{(\mu)}}{\gamma^{(\mu)}}\right)=\infty$$

oder also

$$-\frac{\delta^{(\mu)}}{\gamma^{(\mu)}}=S^{(\mu)^{-1}}(\infty)$$

Die Punkte

$$-\frac{\delta^{(\mu)}}{\gamma^{(\mu)}}$$

sind also sämtlich mit dem unendlich fernen Punkte in Bezug auf Γ aeqvivalent und liegen infolgedessen ausserhalb der Peripherie des Einheitskreises. Da weiter alle diese Punkte im Endlichen liegen, kann man mit dem Nullpunkt als Mittelpunkt einen so grossen Kreis ziehen, dass sie alle innerhalb dieses Kreises liegen. Es sei R der Radius dieses Kreises. Weiter sei $r<1$. Dann ist für $|\eta|\leqq r$

$$R+r>\left|\eta+\frac{\delta^{(\mu)}}{\gamma^{(\mu)}}\right|>1-r$$

oder

$$\frac{1}{(1-r)^2}\cdot\frac{1}{|\gamma^{(\mu)}|^2}>\frac{1}{|\gamma^{(\mu)}\eta+\delta^{(\mu)}|^2}>\frac{1}{(R+r)^2}\cdot\frac{1}{|\gamma^{(\mu)}|^2}. \tag{10}$$

Folglich konvergiert oder divergiert die Reihe

$$\sum_\mu \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}\eta+\delta^{(\mu)}|^2}$$

für alle Punkte im Inneren des Einheitskreises gleichzeitig mit der Reihe

$$\sum_\mu \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}|^2}. \tag{11}$$

Unsere Aufgabe ist hiernach zu beweisen, dass in hyperbolischen Fall die letztgenannte Reihe (11) konvergiert.

17. Für die ganze Fläche des Einheitskreises, insbesondere auch für die Punkte auf der Peripherie, gilt nach (10) die Ungleichung

$$\frac{1}{|\gamma^{(\mu)}\eta + \delta^{(\mu)}|^2} > \frac{1}{(R+1)^2} \cdot \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}|^2}. \tag{12}$$

Ist also $m^{(\mu)}$ der kleinste Wert von

$$\frac{1}{|\gamma^{(\mu)}\eta + \delta^{(\mu)}|^2}$$

auf der Peripherie des Einheitskreises, so gilt die Beziehung

$$m^{(\mu)} > \frac{1}{(R+1)^2} \cdot \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}|^2} \tag{13}$$

Jetzt betrachten wir auf der Peripherie des Einheitskreises die Mengen $P^{(0)}$ und $P^{(\mu)}$, die aus $P^{(0)}$ durch Ausübung von $S^{(\mu)}$ entsteht.

Zur Menge $P^{(0)}$ gehören die Kreisbogen

$$d_1, \; d_2, \; \ldots$$

und zur Menge $P^{(\mu)}$ in genau gleicher Weise die Kreisbogen

$$d_1^{(\mu)}, \; d_2^{(\mu)}, \ldots .$$

Ist $I^{(0)}$ der Inhalt von $P^{(0)}$ und $I^{(\mu)}$ der Inhalt von $P^{(\mu)}$ so ist

$$I^{(0)} = 2\pi - \sum_{\nu} d_\nu$$

und

$$I^{(\mu)} = 2\pi - \sum_{\nu} d_\nu^{(\mu)}$$

Die Kreisbogen $d_\nu^{(\mu)}$ sind die Abbilder der Kreisbogen d_ν durch Vermittelung von $S^{(\mu)}$. Wir können uns die An-

ordnung der beiden Reihen von Kreisbogen grade so durchgeführt denken, dass $d_\nu^{(\mu)}$ das Abbild von d_ν ist.

Ist nun n eine ganz beliebige positive ganze Zahl, so stellt

$$2\pi - \sum_{\nu=1}^{\nu=n} d_\nu$$

die Gesamtlänge gewisser auf der Peripherie des Einheitskreises liegender Bogen dar. Wenn wir auf diese Bogen die Substitution $S^{(\mu)}$ ausüben, so entstehen gewisse Bogen, deren Gesamtlänge

$$2\pi - \sum_{\nu=1}^{\nu=n} d_\nu^{(\mu)}$$

ist. Dann besteht die Beziehung

$$2\pi - \sum_{\nu=1}^{\nu=n} d_\nu^{(\mu)} > m^{(\mu)} \cdot \left(2\pi - \sum_{\nu=1}^{\nu=n} d_\nu\right)$$

Da diese Ungleichung für alle Werte von n gilt, so folgt, dass

$$I^{(\mu)} > m^{(\mu)} \cdot I^{(0)} \tag{14}$$

ist.

18. Es sei jetzt N eine beliebige positive ganze Zahl. Die Vereinigungsmenge der Mengen

$$P^{(0)},\ P^{(1)},\ P^{(2)},\ \ldots,\ P^{(N)}$$

stellt wieder eine abgeschlossene nirgends dichte Menge von Punkten der Peripherie des Einheitskreises dar. Dieser Menge kommt also genau wie der einzelnen Mengen $P^{(\mu)}$ ein bestimmter längs dieser Peripherie gemessener Inhalt zu. Da aber die obigen Mengen höchsten paarweise zwei Punkte gemeinsam haben, so ist dieser Inhalt grade gleich

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=N} I^{(\mu)}.$$

Da andererseits der betrachtete Inhalt kleiner ist als 2π, folgt, dass

$$\sum_{\mu=0}^{\mu=N} I^{(\mu)} < 2\pi$$

ist.

Da diese Ungleichung für alle Werte von N gilt, so folgt, dass die Reihe

$$\sum_{\mu} I^{(\mu)} \tag{15}$$

konvergiert.

Aus der Konvergenz der Reihe (15) folgt aber nach (14) dass die Reihe

$$\sum_{\mu} m^{(\mu)} \tag{16}$$

konvergiert. Also konvergiert nach (13) auch die Reihe

$$\sum_{\mu} \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}|^2}$$

Das besagt aber nach (10), dass die Reihe

$$\sum_{\mu} \frac{1}{|\gamma^{(\mu)}\eta + \delta^{(\mu)}|^2}$$

für $|\eta| < 1$ konvergiert, q. e. d.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 16.

Studien über den Nährwert einiger Kohlenstoffquellen für Aspergillus niger VAN TIEGH.

von

GUNNAR EKMAN.

(Mit einer graphischen Tafel.)

Einleitung.

NÄGELI (zit. Jost, S. 204) stellte im Jahre 1882 die Kohlenstoffquellen der Schimmelpilze (die Arten nicht präzisiert) in bezug auf ihren Nährwert in folgender Skala, von der besten angefangen, zusammen: 1. Zucker, 2. Mannit, Glycerin, Leucin, 3. Weinsäure, Zitronensäure, Bernsteinsäure, Asparagin, 4. Essigsäure, Aethylalkohol, Chinasäure, 5. Benzoesäure, Salicylsäure, Propylamin, 6. Methylamin, Phenol.

In einem speziellem Falle, und zwar für *Aspergillus*, entwickelte DUCLAUX (zit. Jost, S. 204) durch seine Untersuchungen (1885, 1889) diese Skala so, dass sie nach ihm folgendes Aussehen erhielt: 1. Dextrose, 2. Rohrzucker, 3. Laktose, 4. Mannit, 5. Alkohol, 6. Essigsäure, 7. Weinsäure, 8. Buttersäure.

Später (1895) stellte jedoch PFEFFER (II, S. 248) die Ansicht auf, es könne überhaupt keine in allen Fällen giltige Skala für den Nährwert verschiedener Stoffe für Schimmelpilze geben, da die verschiedenen Arten so höchst ungleiche Forderungen an die Zusammensetzung des Nährsubstrats hätten. Dieser Satz PFEFFERS ist durch spätere Forscher vollständig bestätigt worden. Was speziell die

Kohlenstoffquellen betrifft, so braucht man nur die Resultate der beiden Forscher WENT und CZAPEK, die sich in letzter Zeit am eingehendsten mit ihnen beschäftigt haben, mit einander zu vergleichen um dies einzusehen. Ferner ist, wie schon NÄGELI hervorhob, festgestellt worden (WENT, CZAPEK, NIKITINSKY u. a.), dass dieselbe Kohlenstoffquelle einen höchst verschiedenen Nährwert haben kann, wenn sie mit verschiedenen Stickstoffquellen kombiniert wird.

In betreff verschiedener Kohlenstoffquellen haben wir in neuerer Zeit (1901) durch WENT einen Einblick in die Fähigkeit der *Monilia sitophila* erhalten sich dieselben zu nutze zu machen, und durch die äusserst umfassenden Arbeiten CZAPEKS (1903) sind dieselben Verhältnisse bei *Aspergillus niger* untersucht worden.

Was *Aspergillus* betrifft, scheint jedoch diese Frage noch nicht völlig erklärt zu sein. In der Literatur findet sich eine Menge einander widersprechender Angaben. Auch scheint auf Grund der Versuchsmethoden, die CZAPEK anwandte, eine Revision seiner Resultate von nöten. Hierbei sei noch darauf hingewiesen, dass einige der letzteren, wie z. B. die Angabe dass *Aspergillus* mit NH_4Cl als N-Quelle bei ihm nicht wuchs, sich als unrichtig erwiesen haben (NIKITINSKY, S. 20, LAFAR, S. 404). — Die hier vorliegende Arbeit bezweckt auch zunächst eine Ergänzung der CZAPEK'schen Untersuchungen über den Nährwert verschiedener Kohlehydrate und Alkohole für *Aspergillus niger*. Aus praktischen Gründen ist sie nur auf einen Teil der von CZAPEK untersuchten Stoffe beschränkt worden. Zugleich zeigte es sich jedoch von Interesse, die wichtigsten früheren Forschungsergebnisse in dieser Frage aus der Literatur zusammenzustellen. (Einiges davon findet sich in LAFAR, S. 414). Gleich früheren Forschern benutzte auch ich die in einem bestimmten Zeitraum gebildete Trockensubstanz des Pilzes als Kriterium für den Nährwert der betreffenden Kohlenstoffquellen. Zum Vergleich mit einander kommen nur die Versuche, in welchen die resp. Kohlenstoffquellen dem Pilze unter den gleichen Bedingungen geboten wurden.

Untersuchungsmethoden.

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde eine Nährlösung benutzt, die auf 1 L. Wasser folgende mineralische Bestandteile enthält:

1) 5 gr NH_4Cl oder 6,17 gr. $(NH_4)_2SO_4$
2) 1,2 gr $MgSO_4$
3) 2,5 gr KH_2PO_4

Das Ammoniumchlorid, welches als Norm für die N-Menge genommen wurde, ist nur in einigen wenigen Serien benutzt worden.

Von der obigen Minerallösung wurden für jede Kultur 100 cm^3 verwandt. In einigen Serien kamen nur 50 cm^3 zur Anwendung, da die betreffenden Stoffe so teuer waren, dass mir keine grösseren Mengen derselben zur Verfügung standen. Dieser Nährlösung wurde dann jedesmal soviel Kohlenstoffquelle hinzugefügt, dass die 100 cm^3 Kulturen 2 gr C enthielten, die 50 cm^3 Kulturen wieder 0,968 gr C.

Es handelt sich bei meinen Versuchen also nicht um gleiche prozentische Mengen der Kohlenstoffquellen, sondern hatten die Pilze in allen mit einander vergleichbaren Serien die gleiche Gewichtsmenge C zur Verfügung.

Meine chemischen Präparate, prima Qualität, stammen zum grössten Teil von C. A. F. KAHLBAUM, Berlin, ein kleiner Teil der Kohlenstoffquellen von HEINR. KÖNIG u. C:O, Leipzig, Plagwitz und TH. SCHUCHARDT, Görlitz. Wo nicht besonders darauf hingewiesen ist, handelt es sich stets um Präparate von KAHLBAUM.

Alle Versuche wurden in Erlenmeyer'schen Flaschen ausgeführt. Zu den Kulturen mit 100 cm^3 Nährlösung wurden Flaschen von 500 cm^3 Rauminhalt benutzt, und alle waren so beschaffen, dass die Oberfläche der Flüssigkeit (100 cm^3) in allen Flaschen gleich war, etwa 69 cm^2 und die Höhe der Flüssigkeit 16,5 mm betrug. Die Kulturen mit 50 cm^3 wurden in Flaschen von 300 cm^3 Inhalt ausgeführt,

in denen die Oberfläche der Flüssigkeit (50 cm^3) etwa 59 cm^2 betrug und die Höhe 11,5 mm.

Vor der Aussaat der Sporen wurden die Flaschen mit der fertigen Nährlösung mit einem lockeren Wattepfropfen versehen und $^1/_2$—1 Stunde lang in einem Dampfsterilisator sterilisiert. Alle Kulturen standen in einem grossen und luftigen Wärmeraum bei 35° C in absolutem Dunkel. Die Temperatur im Wärmeraum war die ganze Zeit über äusserst konstant und überschritt nicht die Grenze 34—36° C. Als Aussaat wurde jedes Mal eine einigermaassen gleich konzentrierte Aufschwemmung von *Aspergillus niger*-Sporen in destilliertem Wasser benutzt. Von dieser Sporenflüssigkeit wurde für Kulturen mit 100 cm^3 Nährlösung stets 5 cm^3 genommen und für Kulturen mit 50 cm^3 Nährlösung 2,5 cm^3.

Das in den Flaschen gebildete Mycel wurde mittelst eines gebogenen steifen Eisendrahts gesammelt, sorgfältig mit Wasser aus der Wasserleitung gespült und zwischen Filtrierpapier getrocknet. Hierauf wurde es für die Nacht zum Trocknen in den Warmraum gestellt und schliesslich für 6 Stunden in den Trockenschrank bei einer Temperatur von 100° C, worauf es nach dem Erkalten im Exsiccator in einem geschlössenen Wägegläschen gewogen wurde.

Wenn aus derselben Flasche mehrere Ernten nach einander genommen wurden, so wurde stets nach der Entfernung des ersten Mycels die zurückgebliebene Flüssigkeit von neuem sterilisiert. Hierauf wurde Sporenflüssigkeit hinzugefügt ohne vorherige Zugabe neuer Nährstoffe.

Was die von mir benutzte Minerallösung betrifft, so ist sie in der Hauptsache dieselbe, welche bei neueren Untersuchungen zur Anwendung gekommen ist (NIKITINSKY S. 3, CZAPEK I, S. 524). Als Stickstoffquelle verwandte ich hauptsächlich $(NH_4)_2\,SO_4$, da dieses Salz allgemein für eine der besten anorganischen N-Quellen angesehen wird (NIKITINSKY S. 8, RITTER S. 583). Eisen wurde meinen Nährlösungen nicht hinzugefügt. Über die Bedeutung dieses Stoffes für die Schimmelpilze existiert eine recht reiche Literatur; mehrere Verfasser halten es für absolut notwendig. MOLISCH aber, der die Frage gründlich untersucht hat,

sagt hierüber (S. 105) u. a.: „Zweifellos benötigen die Pilze, wenn sie des Eisens überhaupt bedürfen, nur minimaler Mengen davon, denn Jeder, der sich mit der Cultur von Pilzen abgegeben hat, weiss zur Genüge, dass es, um normale Culturen zu erhalten, überflüssig ist, Eisen beizufügen".

Um eine Vorstellung darüber zu erhalten, welchen Einfluss ein eventueller Eisenmangel in meinen Kulturen vielleicht ausüben könnte, machte ich einen Kontrollversuch (Siehe Tab. 30). Es erwies sich nun, dass ein Zusatz von 2 Tropfen 5 % Eisenchloridlösung (NIKITINSKYS Verfahren, S. 2) gar keinen Einfluss auf die Grösse der Ernte zeigte. Hieraus lässt sich der Schluss ziehen, dass der Pilz in meinen Nährlösungen, so wie sie nun einmal waren, nicht an Mangel an diesem Stoff litt, obgleich der Lösung kein Eisen beigefügt war.

Die Grösse und Form der Gefässe, in denen die Pilze kultiviert werden, ist natürlich von Bedeutung für die Grösse der Ernte. Dieser Umstand wird schon von RAULIN (S. 213—14) betont, welcher Parallelversuche in Gefässen von verschiedener Grösse anstellte. Hierbei ist bei gleichem Volumen die Grösse der Flüssigkeitsoberfläche von Bedeutung, denn je grösser diese ist, also je seichter die Flüssigkeitsschicht, umso grösser wird bei Parallelversuchen auch die Ernte. Dies gilt zunächst allerdings für Kulturen von kürzerer Dauer, welche geerntet werden, bevor alle Nahrung verbraucht worden ist. Werden die Kulturen älter, so gleicht sich der Unterschied aus.

In der Literatur wird gewöhnlich die Grösse der Flaschen bei den Versuchen angegeben, aber die Fläche der Flüssigkeit sowie die Höhe derselben im Gefässe sind nicht beachtet worden.

Da die Nährlösung eine längere Zeit bei hoher Temperatur zu stehen hat, so ist es klar, dass sie durch Ab dunstung etwas an Volumen verlieren muss, wodurch die Konzentrationsverhältnisse verändert werden. Wenn man von derselben Kultur mehrmals hinter einander erntet, ist gleichfalls klar, dass nach jeder Ernte die Flüssigkeitsmenge abnimmt. Diesem Umstand hat speziell NIKITINSKY Beach-

tung geschenkt, der in seinen Tabellen den Flüssigkeitsverbrauch für jede Ernte angibt. Um diese Verhältnisse bei meinen Pilzkulturen klar zu stellen unternahm ich einige Messungen.

Von ursprünglichen 105 cm³ Flüssigkeit fanden sich

nach 3 Tagen	(Dextrose I)	— 100 cm³	— gebildete Trockensubstanz	0,452 gr
„ 6 „		— 98 „	— „ „	0,894 „
„ 9 „		— 97 „	— „ „	1,006 „
„ 4 „	(Saccharose)	— 97 „	— „ „	1,100 „
„ 9 „		— 92 „	— „ „	1,565 „
„ 17 „		— 89 „	— „ „	1,247 „
„ 6 „	(Dextrose II)	— 90 „	— „ „	1,518 „
„ 15 „		— 86 „	— „ „	1,244 „
„ 21 „		— 81 „	— „ „	1,236 „

Ein Teil des Wassers war von den Pilzen aufgenommen worden, ein Teil war durch Verdunstung verloren ge-

gangen. Wieviel, lässt sich nicht präzisieren. Eine gewöhnliche 100 cm³ Wasser enthaltende Kulturflasche mit einem Wattepfropfen verlor im Wärmeraum in 6 Tagen 3 cm³ durch Verdunstung.

Alle meine Kulturen standen bei 35° C, also etwa der Optimumtemperatur für *Aspergillus*. Diese wird schon von RAULIN (S. 208) auf c. 34° C angegeben, von KUNSTMAN (S. 22) auf 35° C und von THIELE (zit. LAFAR, S. 444) auf 33—37° C. Diese hohe Temperatur erbietet einige grosse Vorteile vor den von mehreren Forschern (CZAPEK, NIKITINSKY u. a.) angewandten niedrigeren Temperaturen. Unter anderem vermeidet man eine Verunreinigung seiner Kulturen durch *Penicillium*, welches im allgemeinen nicht bei 35° C (THIELE, zit. LAFAR, S. 444) gedeiht. Einen noch grösseren Vorteil bietet die Zeitersparniss, da die Pilze bei 35 C viel schneller wachsen als bei niedrigerer Temperatur. Hierüber gibt schon WEHMER (II S. 180—81) einige beleuchtende Tabellen.

Er züchtete *Aspergillus* mit 3 %-iger Dextrose bei Temperaturen von 34—35° C und bei 15—20° C. Im ersteren Falle erhielt er nach 4 Tagen 0,273 gr Trockensubstanz, im letzteren 0,128 gr. Die Maximalernte 0,390 gr erhielt er im ersteren Falle nach 15 Tagen, im letzteren 0,298 gr nach 66 Tagen (der Versuch wurde nicht weiter ausgedehnt). Eine zweite Versuchsserie mit 10 %-iger Dextrose ergab bei der höheren Temperatur eine Maximalernte von 0,872 gr nach 15 Tagen, bei der niedrigeren Temperatur hingegen 0,820 gr nach 36 Tagen. — Hieraus scheint u. a. hervorzugehen, dass man bei einer niedrigeren Temperatur keine so grosse Maximalernte erhielte wie bei einer höheren (das Optimum nicht überschreitenden), eine Annahme, die auch durch die Erfahrungen KUNSTMANNS (S. 22) bestätigt wird. Doch scheint mir noch die ganze Frage, in welchem Grade die Maximalernte bei Parallelversuchen mit der Temperatur wechselt, noch einer gründlichen Untersuchung

zu bedürfen. So viel ist jedoch sicher, je niedriger die Temperatur ist, um so später erhält man die grösste Ernte.

Ein Faktor von äusserster Bedeutung bei dieser Art von Schimmelpilzkulturen ist die Zeitdauer der Versuche (Went, S. 550, Richter, S. 422). Es ist ganz klar, dass man zu völlig verschiedenen Resultaten gelangt, wenn man die Kulturen nach verschieden langer Zeit aufgibt. Der Pilz nimmt nämlich bei seiner Entwickelung anfangs an Gewicht zu, später dagegen tritt eine Gewichtsverminderung ein (Jost, S. 205, Richter, S. 420). Exakte Angaben hierüber finden sich in der Literatur sehr spärlich.

Aus den Wehmer'schen Tabellen kann man sich einigermassen eine Vorstellung hierüber bilden, obgleich gerade diese Frage für ihn selbst keine Rolle spielte. Aus den Kulturen, welche bei Zimmertemperatur ausgeführt wurden (unter 20° C), ergibt sich, dass die Maximalernte spät erhalten wird, und dass die Degeneration äusserst langsam fortschreitet. Z. B. (I, S. 467): 3 % Dextrose, Maximum nach 66 Tagen, 0,298 gr, nach 143 Tagen 0,218 gr, nach 164 Tagen 0,187 gr; (II, S. 180—81): 10 % Dextrose, 15—20° C, Maximum nach 36 Tagen 0,820 gr, nach 54 Tagen 0,759 gr, nach 58 Tagen 0,755 gr.

Bei höherer Temperatur schreitet die Degeneration etwas rascher fort, da die Atmung hierbei lebhafter wird (Pfeffer I, S. 374).

Bei 35° C hingegen erhält Wehmer (II, S. 180—81) folgende Zahlen für 3 % Dextrose:

15	Tage	0,390	Maximum.
18	„	0,382	
32	„	0,386	
42	„	0,288	
68	„	0,232	

Meine Untersuchungen deuten an, dass mit einer Kohlenstoffquelle von c. 5 % die Maximalernte bei 35° C für gewisse Stoffe (50 cm³ Kulturen) schon nach etwa 3 Tagen

erzielt werden kann, in anderen Fällen später (6—15 Tage), für die verschiedenen Stoffe verschieden, in einigen Fällen jedoch erst weit nach 20 Tagen.

Die Degeneration wechselt in den verschiedenen Versuchen und kann in gewissen Fällen schon in kurzer Zeit (9 Tagen) recht bedeutend sein. Dies beruht vor allem darauf, dass der Pilz, nachdem er die disponible Nahrung verbraucht hat, gezwungen ist seine eigene Substanz als Atmungsmaterial anzuwenden ohne die Möglichkeit zu haben sie zu regenerieren (Kosinsky, S. 148). Dieser Verbrauch der eigenen Zellensubstanz, der besonders bei höherer Temperatur, wo die Atmung lebhafter ist, rasch fortschreitet, führt zu einer förmlichen *Desorganisation* des Pilzes. Diese wird durch grosse Veränderungen im Aussehen des Mycels gekennzeichnet, dessen relativ feste Konsistenz häufig weich und schleimig wird.

Die Degeneration schreitet in verschiedenen Fällen verschieden rasch fort. Hierbei scheint die Stickstoffnahrung eine besonders bedeutende Rolle zu spielen. Worauf es überhaupt beruht, dass derselbe Pilz, wenn er in Nährlösungen von ungleicher Beschaffenheit gewachsen ist, verschieden rasch degeneriert, ist nicht leicht zu erklären. — Die Intensität der Degeneration scheint recht bald nachzulassen. Dies könnte darauf beruhen, dass der Pilz relativ rasch stirbt, wodurch jede Atmung aufhört. In der sauren bakterienfreien Flüssigkeit zerfällt hierauf der Pilz nur durch eine langsame Oxydation.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, kann man nur durch eine längere Serie, wobei die Trockensubstanz des Pilzes eine längere Zeit hindurch von Zeit zu Zeit bestimmt wird, eine wirkliche Vorstellung über den Nährwert eines Stoffes erhalten. Dieser Umstand ist jedoch z. B. von Czapek nicht beachtet worden.

Er sagt in seiner Arbeit aus den Jahren 1901—1903, bei Besprechung der Methoden (I, S. 543): „Die geimpften Kulturen standen unberührt meist 21 bis 22 Tage im dunkeln Raume des Thermostaten bei konstant 28° C, worauf sie in allen Fällen das Maximum ihrer Entwickelung erreicht

hatten." Auf Grund der so erhaltenen Ernten schliesst er auf den relativen Nährwert der verschiedenen Stoffe. Da CZAPEK jedoch eine so hohe Temperatur hatte, 28° C, und nur 3 % Kohlenstoffquelle, so ist es höchst wahrscheinlich, wenngleich nicht bewiesen, dass die meisten seiner Kulturen ihre höchste Entwickelung schon erreicht hatten, besonders wo es sich um einen so langen Zeitraum handelte wie 22 Tage.

Um zwei Versuche in bezug auf den Nährwert der C-Quelle mit einander vergleichen zu können, muss die Aussaat in beiden gleich gross sein, denn es ist klar, dass beispielsweise aus 1,000 Sporen nach einer gewissen Zeit eine grössere Mycelmasse aufwachsen wird als aus einer Spore. Es ist auch klar, dass das grössere Mycel den disponiblen Nährstoff früher verbraucht haben wird als das kleinere. Handelt es sich darum zu entscheiden, welche Mycelmasse aus einer gewissen Menge Nährlösung in einem bestimmten Gefäss produziert werden kann, so wird offenbar die Maximalproduktion unter Anwendung einer reichlichen Sporenaussaat rascher erreicht werden als unter der einer spärlichen Aussaat. In diesem Sinne gestaltete sich auch ein von mir gemachter Versuch (Tabelle 28, 29), wobei eine „normale" Sporenmenge ($^1/_1$) mit einer anderen verglichen wurde, die nur $^1/_{25}$ der ersteren betrug. Das sicherste Resultat erhält man, wenn die Sporenaussaat so gross genommen wird, dass das Mycel von Anfang an die Oberfläche der Flüssigkeit deckt. Hierdurch erzielt man einerseits eine grössere Übereinstimmung in der Grösse der Ernten als wenn die Entwickelung an zerstreuten Stellen der Oberfläche beginnt, wobei Zufälligkeiten eine Rolle spielen können, andererseits bedarf es einer kürzeren Zeit um die Maximalernte zu erhalten. Ich habe daher bei meinen Kulturen (100 cm^3) 5 cm^3 Sporenflüssigkeit benutzt, bedeutend mehr also als es im allgemeinen bei anderen Forschern der Fall war (CZAPEK, NIKITINSKY u. a.).

Die von mir angewandte Sporenflüssigkeit suchte ich stets möglichst gleichförmig herzustellen und so, dass sie äusserst reichlich Sporen enthielt. Es wurde eine grössere Menge auf einmal verfertigt, so dass dieselbe für mehrere Serien ausreichte. Dieselbe Flüssigkeit wurde in einigen Fällen bis zu einem Monat bei einer Temperatur von etwa 0—10° C aufbewahrt. Die Sporen hatten, wie Kontrollversuche zeigten, in dieser Zeit nichts von ihrer Keimfähigkeit verloren. Ja, in einer Sporenflüssigkeit, die über 5 Monate, mitunter in einer Temperatur von + 20 C gestanden hatte, zeigten sich die Sporen noch völlig keimfähig.

Bei Parallelversuchen mit Schimmelpilzen, wo das Gewicht der Trockensubstanz bestimmt wird, erhält man sehr häufig Resultate, die bedeutend von einander abweichen. Diese allen theoretischen Erwartungen widerstreitenden Tatsachen erschweren in hohem Grade die Ziehung von Schlüssen, wie auch mehrfach in der Literatur hervorgehoben wird. So führt ELFVING (S. 32) einige Auszüge aus seinen Tabellen an, um diesen Umstand zu beleuchten. Seine Kulturen zeigen jedoch überhaupt ziemlich kleine Variationen, das Maximum beträgt etwa 1 : 1,33. KUNSTMAN eignet derselben Sache (S. 15) einige Worte. Bei seinen Versuchen betragen die Variationen in Ausnahmsfällen bis 1:5. Auch NIKITINSKY (S. 16) weist auf diese Ungelegenheit hin.

Bei der Prüfung von Tabellen kann man bei mehreren Forschern beträchtliche Schwankungen in Parallelkulturen antreffen, ohne dass jedoch diesem Umstande Aufmerksamkeit geschenkt worden ist (z. B. WEHMER I, S. 467, MOLISCH, S. 110, RICHARDS, S. 670, WENT, S. 592). CZAPEK scheint in seinen Versuchen von dieser Ungelegenheit verschont geblieben zu sein (I, S. 544). Er hatte 3 Parallelkulturen von welchen er sagt: „Immer aber bewegten sich die Schwankungen weit unter der sonst bei physiologischen Erfahrungen beobachteten Fehlergrenze von + 10 %“.

In 130 meiner Parallelversuche, bei welchen zwei Kulturflaschen zur Anwendung kamen, verhielten sich die denselben entnommenen ersten Ernten zu einander:

in 80 Fällen wie 1 : 1—1,1
„ 36 „ „ 1 : 1,1—1,25
„ 9 „ „ 1 : 1,25—1,5
„ 4 „ „ 1 : 1,5—2
„ 1 Fall „ 1 : 2—

Hieraus ersehen wir somit, dass in etwa 61 % aller Kulturen der Versuchsfehler unter 10 % beträgt, in etwa 28 % zwischen 10 und 25 %, in etwa 7 % zwischen 25 und 50 % und in etwa 4 % über 50 %.

All dieses zeigt, dass man beim Ziehen von Schlüssen aus geringem Material mit grösster Vorsicht zu verfahren hat. Die theoretischen Berechnungen schlagen nicht immer ein, denn der Pilz ist ein lebendes Wesen und jede Kultur bildet gleichsam ein Individuum für sich. Soviel wir uns auch bemühen bei Parallelkulturen die Lebensbedingungen gleich zu gestalten, es zeigt sich doch recht häufig, dass der Pilz in seinem Wachstum von Faktoren beeinflusst wird, die wir noch nicht mit Sicherheit zu analysieren vermögen.

Aspergillus niger bildet auf der Oberfläche der Nährlösung eine feste, zähe Mycelschicht, welche sich leicht als Ganzes abheben und nach belieben behandeln lässt ohne entzwei zu gehen. Auf der oberen Seite dieser Schicht werden die Konidien gebildet, welche, wenn sie sehr reichlich vorhanden sind, der Oberfläche ein fast schwarzes Aussehen verleihen können. Die Entwickelung von Sporen scheint in einem gewissen Zusammenhange mit dem sonstigen Wachstum des Pilzes zu stehen. So beobachtete RICHARDS (zit. LAFAR S. 343) und vor allem RICHTER (S. 424), dass der Pilz, wenn er durch die Einwirkung eines Reizmittels zu sehr raschen Wachstum angetrieben wurde, anfangs höchst unbedeutende Sporenbildung zeigte und auf diese Weise möglichst viel Trockensubstanz entwickeln konnte. Erst nachher beginnt die Sporenbildung, und zwar jetzt auf Kosten des fertigen Mycels.

In meinen Kulturen war die Bildung von Sporen höchst variierend, was auch CZAPEK (I, S. 544) von den seinen hervorhebt. Gänzlich fehlten Sporen kaum jemals.

Bei Versuchen mit verschiedener Konzentration der Dextrose (KAHLBAUMS Dextrose II) machte ich die Beobachtung, dass eine stärkere Konzentration die Sporenbildung in den ersten Tagen in sehr hohem Grade beförderte.

Im allgemeinen schien der Pilz in den Nährlösungen, in welchen er langsam wuchs, in den ersten 3 Tagen reichlicher Sporen zu bilden als in denen, in welchen ein rascheres Wachstum erfolgte. Im letzteren Falle trat die Sporenbildung erst später ein. Doch gab es Ausnahmen von dieser Regel.

In einigen Fällen, wo früh eine reichliche Entwicklung von Sporen stattfand, wurden dieselben bald wieder total bedeckt von einer Schicht Hyphen, die aufwärts wuchsen. Jetzt sah der Pilz eine Zeitlang sporenlos aus, bis die jungen Hyphen ihrerseits neue Sporen gebildet hatten.

Was die Beschaffenheit des Mycels selbst betrifft, so liessen sich in meinen Kulturen 3 Haupttypen unterscheiden. In den Kulturen, wo der Pilz sehr rasch wuchs, bildeten sich zuerst (etwa in 1 Tage) dichte kleine dünne Flöckchen, die bald zu einer gleichmässig zusammenhängenden Decke verschmolzen. Am dritten Tage begann diese gewöhnlich sich zu falten, wie es schien infolge dessen, dass der Pilz durch den starken Flächenzuwachs nicht mehr genügenden Raum in der Flasche fand.

Später konnte das Mycel sich förmlich zusammenrollen, so dass es nur durch eine relativ kleine Fläche in direkter Verbindung mit der Flüssigkeit stand. Das so beschaffene Mycel war verhältnissmässig hart und spröde. Es bildete sich regelmässig in Kulturen mit Kahlbaums Dextrose II, Maltose, Saccharose, Xylose, Arabinose, Erythrit und Dulcit.

In den übrigen Kulturen dagegen war das Mycel die ganze Zeit gleichmässig und von mehr oder weniger weicher Beschaffenheit. Es schien nur an Dicke zuzunehmen

und die ganze untere Fläche war stets mit der Nährflüssigkeit in Berührung.

Die dritte Art von Mycel trat nur in einigen Nachernten auf. Es bildete sich nämlich in den Flaschen keine zusammenhängende Decke, sondern nur kleine kompakte Mycelflocken traten auf, die gewöhnlich keine Sporen besassen.

Der Nährwert der untersuchten Kohlenstoffquellen.

Aethylenglykol (Tabelle 31). Der Wert des Aethylenglykols als Kohlenstoffquelle für Schimmelpilze *(Penicillium)* wurde zuerst (1883) von Reinke (S. 31) geprüft. Er erhielt in seinen Kulturen anfangs eine schwache Trübung durch Bakterien, dann aber ein kräftiges Schimmelpilzmycel. Später hat Czapek (II, S. 65) denselben Stoff geprüft und gefunden, dass *Aspergillus* sich damit allerdings zurechtfindet, aber nur eine höchst geringe Ernte gibt.

In dem von mir benutzten König'schen Präparate wuchs der Pilz anfangs gar nicht. Erst nach etwa 1 Monat offenbarten sich in den Flaschen kleine Mycelflocken, welche jedoch im 2:ten Monate äusserst wenig wuchsen, so dass nach zwei Monaten das Mycel, dem äusseren Anscheine nach zu urteilen, höchstens 20 mgr wog. Vielleicht liessen sich Reinkes gute Resultate dadurch erklären, dass die in seiner Nährlösung zuerst auftretenden Bakterien eine Zersetzung des Aethylenglykols erzeugten und dadurch der Nährwert der Lösung verändert wurde.

Glycerin (Tabelle 1). Das Glycerin ist eine seit Alters her viel benutzte Kohlenstoffquelle, so dass über den Nährwert desselben eine recht umfassende Literatur existiert. Schon Nägeli (1879) stellte fest, dass Schimmelpilze in einer Lösung dieses Stoffes ausserordentlich gut gedeihen. Duclaux fand (zit. Lafar, S. 417), dass *Aspergillus* auf Glycerinnährboden schlecht keimte, dass aber der ausgebildete Pilz gut damit auskam. Nach Went (S. 595) ist Glycerin allein eine relativ schlechte Kohlenstoffquelle für *Monilia.* Eschenhagen stellte fest (S. 55), dass die Maximalkonzen-

tration von Glycerin für *Aspergillus* 43 % beträgt. THIELE (zit. LAFAR, S. 416, 444) wieder stellte die interessante Tatsache fest, dass *Penicillium* mit Glycerinnährstoff in höherer (36° C) Temperatur zu leben vermag als mit Dextrose (31° C), während letztere bei niedrigerer Temperatur einen bedeutend besseren Nährwert besitzt als das Glycerin. Schliesslich bietet NIKITINSKY eine ganze Menge Aufklärungen über das Glycerin als Kohlenstoffquelle für *Aspergillus*. Er untersuchte u. a. die Einwirkung verschiedener Konzentration auf die Menge der gebildeten Trockensubstanz, und fand, dass nach 16 Tagen (S. 69) bei 25—26° C 50 cm^3 gebildet werden in gr:

In 1 %	0,180	In 20 %	1,670
„ 2,5 %	0,352	„ 30 %	1,150
„ 5 %	0,630	„ 40 %	0,700
„ 10 %	1,192	„ 50 %	0,080

Die grösste Ernte wurde in 20 %-iger Lösung erhalten. Doch scheint mir, dass das Resultat sich etwas anders hätte gestalten können, wenn der Versuch länger ausgedehnt worden wäre, da ja die Temperatur niedrig war und der Pilz auf Glycerin langsam wächst. Ferner zeigt sich, dass die von ESCHENHAGEN (siehe LAFAR, S. 333) festgestellte Maximalkonzentration von 43 % überschritten werden kann. Nach CZAPEKS Untersuchungen (II, S. 65) ist das Glycerin ein verhältnismässig guter Nährstoff für *Aspergillus*. Ich meinerseits habe nur eine Kulturserie gemacht. Es zeigte sich, dass, wie schon DUCLAUX hervorgehoben hat, der Pilz langsam keimt, dann aber ganz gut wächst. Die Maximalernte erhielt ich nach 9 Tagen und war sie ungefähr ebenso gross (Tabelle 1) wie die mit Kahlbaums Dextrose I. Nach dem neunten Tage trat in meinen Kulturen eine langsame Degeneration ein.

Erythrit (Tabelle 31). Die ersten Angaben über den Nährwert der Erythrits stammen von REINKE (1883) (S. 32). Er erhielt in 8 Tagen eine kräftige Myceldecke *(Penicillium)*. WENT findet, dass das Erythrit für *Monilia* (S. 592) einen höchst schlechten Nährwert besitzt. CZAPEK konnte mit

demselben Stoffe *Aspergillus* einigermassen zum Wachsen bringen, doch bedeutend schlechter als mit Dextrose.

Aus meinen mit einem Königschen Präparate ausgeführten Kulturen ergibt sich, dass der Pilz äusserst langsam keimt (0,060 gr nach 3 Tagen), dann aber rascher zu wachsen beginnt. Die ungewöhnlich hohe Maximalernte (0,870 gr) wurde in meinen Versuchen am 9. Tage erhalten, worauf Degeneration einzutreten schien. — Mein Präparat erwies sich somit als den besten Zuckerarten völlig gleichwertig.

Mannit (Tabelle 2, 3). Das Mannit hat eine sehr ausgedehnte Anwendung in Schimmelpilzkulturen gefunden. Nach Nägeli (1882) (zit. Jost, S. 204) ist dieser Stoff als Kohlenstoffquelle für Schimmelpilze (Species?) gleich nach den Zuckerarten zu stellen. Duclaux (S. 106) fand, dass *Aspergillus* mit Mannitnahrung langsam keimte, sich später aber besser entwickelte. Er stellt sonst (zit. Jost, S. 204) das Mannit hinter die Laktose als Kohlenstoffquelle für *Aspergillus*. Aus Elfvings Tabellen (S. 37, 38) ergibt sich, dass nach 4 Tagen (c. 25° C) für *Penicillium* die Ernte von einer 2 % Mannitlösung sich zur Ernte von einer 2 % Dextroselösung verhält:

im Licht wie c. 1 : 5
im Dunkel „ c. 1 : 3

Für *Briaraea* sind die entsprechenden Zahlen

im Licht c. 1 : 1,7
im Dunkel c. 1,2 : 1

Wie man sieht, wächst auch *Penicillium* mit Mannit langsam (4 Tage), über *Briaraea* lässt sich auf Grund dieser Zahlen schwer etwas bestimmtes sagen. Für *Monilia* ist nach Went (S. 592) der Mannit eine ziemlich schlechte Kohlenstoffquelle. Czapek schliesslich findet (II, S. 62, 65), dass das Mannit für *Aspergillus* der Dextrose an Nährwert etwas nachsteht.

Aus meinen eigenen Versuchen ergibt sich vollständig die Richtigkeit der Duclaux'schen Beobachtung, dass *Aspergillus* auf einer Mannitlösung langsam keime. In einigen

Fällen fanden sich in meinen Flaschen noch nach 3 Tagen nur Spuren von Mycel.

Meine beiden längeren Serien mit Mannit ergaben etwas wechselnde Werte (Tabelle 2, 3). Es geht aus ihnen jedoch klar hervor, dass der Pilz schon am 4—5 Tage recht gut wächst. Die Maximalernte wird sehr spät erhalten, erst etwa am 15. Tage. Aus meinen Versuchen ersieht man ferner, dass Mannit, was die Maximalernte betrifft, eine der besten Kohlenstoffquellen für *Aspergillus* ist und keineswegs, wie DUCLAUX fand, erst hinter der Laktose (S. 1) gestellt werden darf. Auch CZAPEK erhielt einen niedrigen Wert (im Verhältniss zu den anderen Stoffen), was wohl darauf beruht, dass seine Versuche, in anbetracht der niedrigen Temperatur, die bei ihnen herrschte, zu kurze Zeit dauerten.

Dulcit (Tabelle 31). Der dem Mannit nahestehende Dulcit hat geringere Anwendung gefunden als jener. Nach REINKE (S. 32) bildet sich mit diesem Stoff in 8 Tagen etwas Mycel *(Penicillium)*. WENT (S. 592) findet, dass Dulcit eine sehr schlechte Kohlenstoffquelle für *Monilia* sei, da derselbe etwa halb so kleine Ernten liefere als Mannit.

CZAPEK kommt zum Resultat (II, S. 62) dass der in Rede stehende Stoff von höchst geringem Nährwert ist und über fünfzehn mal kleinere Ernten gäbe als Mannit. KLEBS (S. 102) dagegen findet bei seinem speziellen Zweck, der Bildung von Zygoten bei *Sporodinia*, keinen Unterschied zwischen dem Mannit und Dulcit.

Bei meinen Versuchen mit einem Präparat von König erwies sich der Dulcit als eine dem Mannit völlig gleichwertige Kohlenstoffquelle. Der Pilz keimt sogar besser, wächst aber im allgemeinen recht langsam. Die Maximalernte erhielt ich erst nach 12 Tagen, aber es wäre möglich, dass der Pilz, wenn die Kulturen noch einige Zeit hätten stehen können, noch an Gewicht zugenommen hätte.

Quercit (Tabelle 31). Über diesen Stoff als Kohlenstoffquelle für *Aspergillus* sagt CZAPEK (II, S. 65): „Der Quercit als Hexohydrobenzolderivat und fünfwertiger Alkohol kommt etwa dem Erythrit an Nährwert gleich.“ Das von mir benutzte König'sche Präparat zeigte jedoch ganz an-

dere Eigenschaften. Der Pilz keimte äusserst langsam. Am 6. Tage fanden sich nur schwache Spuren von Mycel, nach 12 Tagen ergab das Mycel ein Gewicht von $0,_{027}$ gr, nach 16 Tagen $0,_{036}$ gr und erst nach 28 Tagen $0,_{140}$ gr. Länger wurden die Kulturen nicht fortgesetzt. Ich erhielt aus meinem Versuch den Eindruck, dass der Pilz sich den Quercit, wenigstens das von mir benutzte Präparat, nur äusserst langsam zu nutze machen konnte.

Arabinose (Tabelle 31). Merkwürdigerweise soll die l-Arabinose nach WENT (S. 592) eine sehr schlechte Kohlenstoffquelle für *Monilia* sein. CZAPEK findet sie für *Aspergillus* von etwas schlechterem Nährwert (II, S. 62) als die l-Xylose und die d-Glukose. Aus den NIKITINSKY'schen Tabellen geht hervor (S. 25), dass sie der Dextrose völlig gleich steht.

Das von mir benutzte König'sche Präparat gab dem Lösungswasser eine gelbliche Färbung, was vielleicht die Anwesenheit einer Verunreinigung andeuten würde. Der Pilz wuchs äusserst rasch, die Maximalernte ($0,_{659}$ gr) wurde schon nach 3 Tagen erhalten. Nach dem 6. Tage begann eine recht starke Degeneration.

Xylose (Tabelle 31). Die Xylose ist selten zu Schimmelpilzkulturen angewandt worden. Nach WENT (S. 592) ist sie ein guter Nährstoff für *Monilia*. Mir scheint jedoch, dass WENT die Eigenschaften der Xylose nicht mit genügender Klarheit hervorhebt. Er erwähnt diesen Stoff im Text als vierten in der Reihe der Kohlenstoffquellen, während aus seinen Tabellen hervorgeht, dass er mit 1 gr desselben (100 cm^3) in 9 Tagen 112 mgr Trockensubstanz erhielt, während 5 gr der von ihm in die erste Reihe gesetzte Raffinose nach 12 Tagen 293 mgr gaben. Hiernach zu urteilen wäre somit die Xylose für *Monilia* die durchaus überlegene Kohlenstoffquelle. Bei Besprechung von WENTS Versuchen mit *Monilia* wird in LAFAR (S. 422) nichts von der Xylose erwähnt, obgleich die übrigen besseren Kohlenstoffquellen aufgezählt werden. CZAPEK (II, S. 62) findet durch seine Kulturen, dass die Xylose zu den besten Kohlenstoffquellen für *Aspergillus* gehört. Dasselbe Resultat erzielte

ich mit einem von König verschriebenen Präparate. Die Maximalernte erhielt ich bei meinen Versuchen ungefähr am 6. Tage, worauf eine recht starke Degeneration sich geltend machte.

Dextrose *(d-Glukose)*. (Tabelle 4, 5, 16—27). Neben der Saccharose ist die Dextrose die bei Schimmelpilzkulturen am meisten angewandte und am besten studierte Kohlenstoffquelle. Ihr vortrefflicher Nährwert ist allgemein anerkannt. Gleichwohl scheint sie für gewisse Pilze *(Monilia)* nicht zu den allerbesten Kohlenstoffquellen zu gehören (Went, S. 548). In der Literatur ist stets von Dextrose im allgemeinen die Rede, ohne dass näher die Art der betreffenden Präparate präzisiert wird. — Ich hatte bei meinen Versuchen zwei verschiedene Präparate von Kahlbaum zur Verfügung, das erste als „*Kahlbaum*" bezeichnet, das zweite als „*gereinigt*".

Das erste Präparat, der Kürze wegen **I** genannt, gab eine absolut klare Wasserlösung, das zweite, **II** bezeichnet, eine gelbliche Lösung, was auf die Anwesenheit irgend welcher Verunreinigungen deutet. Als Kohlenstoffquelle für *Aspergillus* erwiesen sich diese beiden Dextrosepräparate als von höchst verschiedenem Wert (Tabellen 4, 5).

Um diese Verhältnisse zu veranschaulichen seien folgende Resultate erwähnt:

			Max.	Min.	Mittel.
17 Kulturen	3 Tage	I	0,655 gr	0,307 gr	0,513 gr
7 „	„ „	II	1,318 „	0,920 „	1,112 „
6 „	6 „	I	1,408 „	0,705 „	0,993 „
5 „	„ „	II	1,740 „	1,475 „	1,571 „
4 „	9 „	I	1,302 „	0,908 „	1,068 „
3 „	„ „	II	1,575 „	1,358 „	1,491 „

Wie aus diesen Ziffern hervorgeht, liefert die Dextrose I eine Ernte, welche der mit Dextrose II bedeutend nachsteht. Das Verhältnis zwischen diesen Ernten ist bei erreichtem Maximum wie etwa 2 : 3. — Aber nicht in der verschiedenen Grösse der Maximalernten allein zeigen diese beiden Dextrosepräparate ihren ungleichen Nährwert.

Wie aus der graphischen Tabelle I ersichtlich, wächst der Pilz mit Dextrose II äusserst rasch. Schon am dritten Tage nähert er sich seiner Maximalgrenze, die allerdings bei meinen Versuchsbedingungen am 5. Tage erreicht wird. Von hier an beginnt der Eintritt einer recht raschen Degeneration, die jedoch mit der Zeit langsamer wird. Mit der Dextrose I wächst der Pilz bedeutend langsamer, so dass die Maximalernte frühestens am 9. Tage erhalten wird. Auch die Degeneration scheint langsamer zu verlaufen.

Die Versuchsserie (N:o 19) bildet jedoch eine bemerkenswerte Ausnahme, indem hier die Dextrose I in ihren Eigenschaften sich der Dextrose II zu nähern scheint. Doch ist dieses Resultat unter den von mir angestellten Versuchen, deren Zahl über 20 beträgt, ganz alleinstehend.

Als weiterer Beweis für die Ungleichheit der beiden betreffenden Dextrosepräparate sei noch der Umstand hervorgehoben, dass der mit ihnen als Kohlenstoffquelle gezüchtete Pilz in den beiden Kulturen ein ganz verschiedenes Aussehen erhält (siehe S. 13).

Da nun diese beiden Kahlbaum'schen Dextrosepräparate eine so verschiedene Beschaffenheit zeigten, interessierte es mich auch andere Präparate kennen zu lernen. Zu diesem Zweck wurde ein Versuch mit folgenden Dextrosemarken gemacht (s. Tabelle 19).

Königs technische
„ puriss.
Schuchardts pur.
„ puriss. wasserfrei.

Alle diese Dextrosen erwiesen sich im grossen und ganzen als ungefähr gleichwertig und stehen mitten zwischen den beiden Kahlbaum'schen Präparaten. Der Unterschied zwischen der als technischer und der als reiner Art bezeichneten Dextrose war nicht gerade gross; in einigen Fällen besass die erstere, in einigen anderen dagegen die zweite einen besseren Nährwert.

Mit der Dextrose I wurde noch der Versuch gemacht, die fertig bereitete Nährlösung im Autoklav bei 2—3 At-

mosphären zu sterilisieren, wodurch die Flüssigkeit eine braune Farbe erhielt, um zu erfahren, ob vielleicht der Nährwert des Zuckers hierdurch verändert würde. Es erwies sich jedoch, dass dies nicht der Fall war.

Über die Einwirkung einer Dextrosekonzentration von verschiedener Stärke auf das Wachstum von *Aspergillus niger* finden sich in der Litteratur einige Angaben. ESCHENHAGEN (S. 55) stellte (1889) fest, dass die Maximalkonzentration 53 % betrage. WEHMER (I, S. 467) jedoch konnte den Pilz noch mit 60 % zum Wachsen bringen, allerdings höchst schlecht. Ausserordentlich aufklärende Resultate über die Einwirkung der Konzentration liefert NIKITINSKY (1904). Er fand, dass bei 25—26° C und mit $NH_4\ NO_3$ als Stickstoffquelle, *Aspergillus* nach 16 Tagen (50 cm^3) folgende Ernten gab:

1 %	— 0,135 gr	20 %	— 1,275 gr
2,5 %	— 0,270 „	30 %	— 1,948 „
5 %	— 0,460 „	40 %	— 2,525 „
10 %	— 0,880 „	50 %	— 2,495 „

Die Maximalernte wird also bei 40 % erhalten, und noch eine 50 % Lösung liefert ein ausgezeichnetes Resultat. — Gleichwohl hebt NIKITINSKY weiter (S. 42) hervor, dass der ökonomische Coeffizient (das Verhältniss zwischen verbrauchter Nahrung und gebildeter Trockensubstanz) für die Dextrose bei niedriger Konzentration besser ist als bei höherer.

Ich selbst stellte gleichfalls einen Versuch an, um diese Frage zu beleuchten und erhielt dabei mit Kahlbaums Dextrose II und $NH_4\ Cl$ als N-Quelle (100 cm^3) nach 3 Tagen folgende Werte.

5 gr	— 1,487 gr	25 gr	— 2,375 gr
10 „	— 1,973 „	30 „	— 2,269 „
15 „	— 2,197 „	35 „	— 2,175 „
20 „	— 1,923 „		

Aus einem Vergleich zwischen NIKITINSKYS und meinen Resultaten geht zur Genüge hervor, dass hierbei, wie zu erwarten war, Zeit und Temperatur eine sehr grosse Rolle spielen.

Welche Dextrosearten von früheren Forschern angewandt wurden lässt sich unmöglich entscheiden, da nichts darüber mitgeteilt ist. Doch scheint die von WEHMER angewandte Dextrose, nach dem Umstande zu schliessen, dass die Maximalernte bei 33—35° C (5 $^0/_0$ Kohlenstoffquelle und $NH_4 NO_3$ als N-Quelle) später als nach 8 Tagen erhalten wurde (II, S. 180), ungefähr von ähnlicher Beschaffenheit gewesen zu sein wie die von mir benutzte Kahlbaum'sche Dextrose I.

Lävulose *(d-Fruktose).* (Tabelle 6, 16—18). Die Lävulose scheint ein bei ausgedehnteren Schimmelpilzkulturen selten benutzter Stoff zu sein. — Nach CZAPEKS Tabellen ist seine Lävulose (II, S. 63) eine etwas bessere Kohlenstoffquelle als die Dextrose. WENT erwähnt (S. 592), dass er zwei verschiedene Präparate „technische" und „purus" zur Verfügung hatte. Von diesen gab die erstere eine Ernte von 190 mgr, die letztere nur von 12 mgr (100 cm^3 und 5 $^0/_0$ Lösung), somit fast 16 mal weniger als die erstere.

Das von mir benutzte Präparat zeigte sich im grossen und ganzen ungefähr gleichwertig mit der Dextrose I. Der Pilz wuchs langsam. Nach 3 Tagen betrug die Mittelernte aus 6 Versuchen 0,404 gr. Die Maximalernte wurde am 9. Tage erhalten. Hierauf schien eine starke Degeneration einzutreten.

Galaktose (Tabelle 7, 16—17). Als Kohlenstoffquelle ist die Galaktose ziemlich selten benutzt worden. Nach WEHMER (zit. CZAPEK, III, S. 245) besitzt sie einen guten Nährwert für *Mucor Rouxii.* WENT (S. 592) findet, dass *Monilia* ziemlich schlecht damit wächst. Nach CZAPEK schliesslich (II, S. 65) ist die Galaktose für *Aspergillus* eine ganz ebenso gute Kohlenstoffquelle wie die Dextrose.

Das von mir benutzte Präparat erwies sich als zu den schlechteren Kohlenstoffquellen gehörig. Aus vier verschiedenen Versuchen betrug die Mittelernte nach 3 Tagen 0,205 gr. Die einzige längere Serie, die ich besitze, zeigt nach 12 Tagen (Tabelle 17) eine Ernte von 0,606 gr; es ist möglich, dass der Pilz eine etwas grössere Maximalernte geliefert hätte, wenn er noch eine Zeitlang hätte wachsen können.

Czapeks Versuch ist offenbar mit einem anders beschaffenen Präparate ausgeführt worden als das meinige.

Saccharose (Tabelle 10, 11, 16—18). Seit den ersten Versuchen Pasteurs ist der vortreffliche Nährwert der Saccharose für Schimmelpilze allgemein anerkannt. Eine bemerkenswerte Ausnahme bildet *Mucor stolonifer,* der nach Butkewitsch (S. 220) auf Saccharose gar nicht wächst, was er mit dem Umstande in Zusammenhang bringt, dass dieser Pilz kein invertierendes Enzym bildet. Es ist nämlich eine allgemeine Regel, das die Saccharose als Disaccharid, um assimiliert werden zu können, zuerst durch die Einwirkung einer Invertase hydrolytisch in d-Glukose und d-Fruktose gespalten werden muss. Bemerkenswert ist auch, dass nach Went (S. 592) *Monilia sitophila* sich mit Saccharose als Nährstoff nur unbedeutend entwickelt. — Durch meine eigenen Untersuchungen konnte ich den grossen Nährwert der Saccharose für *Aspergillus* vollständig feststellen. Der Pilz wuchs rascher als mit Kahlbaums Dextrose I (Tabelle 18), so dass nach 3 Tagen die Mittelernte aus 5 Kulturen 0,775 gr betrug. Am 5—6. Tage schien sich der Pilz dem Maximum zu nähern. Die Ernte wurde gleich gross wie mit Kahlbaums Dextrose II. Nach dem 6. Tage setzte eine langsame Degeneration ein, die dann rascher wurde, um später (nach dem 15. Tage) wieder abzunehmen.

Maltose (Tabelle 8, 9, 16—17, 32). Die Maltose scheint bei Schimmelpilzkulturen keine sehr grosse Anwendung gefunden zu haben. Nach Went wächst *Monilia* mit diesem Stoff gut, wenngleich etwas schlechter als mit der technischen Fruktose (S. 592). Ausserdem gibt Went einige Aufklärungen darüber (S. 594), wie verschiedene Konzentrationen auf den genannten Pilz einwirken. Er findet, dass schon eine 10 % Lösung schlechtere Resultate liefert (12 Tage) als eine 5 %-ige, was höchst unwahrscheinlich erscheint. — Nach Czapek ist die Maltose für *Aspergillus* ein vortrefflicher Nährstoff, der die Dextrose etwas übertrifft.

Auch aus meinen Versuchen ergibt sich deutlich, dass die Maltose eine ausgezeichnete Kohlenstoffquelle für *Aspergillus* ist. Der Pilz wächst ungewöhnlich rasch (Tabelle 9,

32) und nähert sich (100 cm³) schon am dritten Tage seinem Maximum. Die grösste Ernte erhielt ich bei meinen Versuchen in den grösseren Flaschen etwa am 5—6. Tage, in den kleineren hingegen, wo die Oberfläche der Flüssigkeit relativ grösser war, schon nach 3 Tagen. Die Degeneration war bei verschiedenen Versuchen etwas wechselnd.

Laktose (Tabelle 14, 15). Über die Anwendung der Laktose als Kohlenstoffquelle bei Schimmelpilzkulturen findet sich in der Literatur eine ganze Reihe Angaben. DUCLAUX (S. 106) stellte fest (1889), dass *Aspergillus* sehr schlecht auf Laktose keimt, dass aber der ausgebildete Pilz sehr gut mit diesem Nährstoff auskommt. Nach WEHMER (I, S. 475) bildet *Aspergillus* auf 3 % Saccharose und 3 % Laktose (50 cm³) folgende Mengen Trockensubstanz:

Saccharose				Laktose			
nach	26	Tagen	0,228 gr	nach	26	Tagen	0,080 gr
„	42	„	0,313 „	„	43	„	0,148 „

WENT (S. 592) fand, dass die Laktose für *Monilia* zu den mittelguten Kohlenstoffquellen gehört. Dieses Resultat erzielte er mit einem Präparat von MERCK, „pur." bezeichnet. Als er es jedoch einige Male aus Alkohol umkristallisierte, erhielt er ein Präparat, mit welchem der Pilz eine etwa 7 mal schlechtere Ernte gab.

Aus CZAPEKS Versuchen (II, S. 63) geht hervor, dass *Aspergillus*, auf Laktose gezüchtet, über 3 mal weniger Trockensubstanz gibt als auf Dextrose. Eine bemerkenswerte Angabe von PURIEWITSCH wird ohne weiteren Vorbehalt in LAFAR (S. 416) erwähnt: „So wächst *Aspergillus pseudoclavatus* auf Laktose, welche von anderen *Aspergilleen (niger!)* verschmäht wird".

Auch aus meinen Untersuchungen geht hervor, dass die Laktose für *Aspergillus niger* zu den schlechteren Kohlenstoffquellen gehört. In Übereinstimmung mit DUCLAUX konnte ich feststellen, dass das Wachstum anfangs ein sehr langsames ist. In einigen Fällen fanden sich noch nach 3 Tagen kaum Spuren von Mycel. Die Maximalernte wurde erst nach 14 Tagen (oder etwas später) erhalten. Die De-

generation war eine langsame. Aus meinen Versuchen ergab sich ferner, dass eine Erhöhung des Laktosegehalts auf c. 20 % das Keimen beförderte. Die Ernte war nach 14 Tagen für eine c. 10 % Lösung etwas grösser als für eine c. 5 % (8:6). Wahrscheinlich hätte wohl die 10 % Laktoselösung eine noch bessere Ernte gegeben, wenn sie etwas länger hätte stehen können.

Raffinose (Tabelle 12, 16—17). Über die Nährfähigkeit der Raffinose finden sich sehr spärliche Angaben in der Litteratur. WENT (S. 592) fand, dass sie die beste Kohlenstoffquelle für *Monilia* bildet (vergl. S. 18). Desgleichen ist sie, was *Aspergillus* betrifft, nach CZAPEK (S. 63) der Dextrose gleichzustellen. WENT hat ferner (S. 594) Versuche mit Raffinoselösung von verschiedener Stärke angestellt und meint, dass die 20 %-ige das beste Resultat ergibt, was er jedoch, meiner Meinung nach, nicht genügend exakt bewiesen hat.

Das von mir benutzte Präparat zeigte einen etwas besseren Nährwert als die Galaktose und die Laktose, aber einen bedeutend schlechteren als die Dextrose. Der Pilz keimte verhältnismässig gut, so dass die Mittelernte aus 7 Kulturen nach 3 Tagen 0,336 gr ergab. Die Maximalernte wurde nach 9 Tagen erhalten, worauf Degeneration einzutreten schien.

Inulin (Tabelle 13, 16—17, 32). Nach WENT (S. 592) taugt das Inulin überhaupt kaum zur Kohlenstoffquelle für *Monilia*. CZAPEK dagegen fand (II, S. 63), dass *Aspergillus* mit diesem Stoff besser wuchs als selbst mit den besten Mono- und Disacchariden.

Das von mir benutzte Präparat erwies sich als eine ausgezeichnete Kohlenstoffquelle. Der Pilz wuchs allerdings recht langsam, so dass die Mittelernte aus 4 Versuchen nach 3 Tagen 0,494 gr betrug. Die Maximalernte wurde am 9. Tage erhalten, worauf die Degeneration einsetzte.

Die Nachernten.

Nikitinsky ist (1904) durch umfassende Versuche zu dem höchst interessanten Resultate gelangt, dass ein Schimmelpilz, wenn er mehrere Male hinter einander in derselben Flüssigkeit gezüchtet wird, vom zweiten Versuche an besser wächst. Natürlich habe man dafür zu sorgen, dass die sonstige Zusammensetzung der Nährlösung, durch Hinzufügung neuer Nahrungsstoffe für jede neue Kultur, konstant bleibt. In bezug auf diese Verhältnisse bei *Aspergillus* sagt Nikitinsky (S. 57): „*Aspergillus niger* besitzt mit allen untersuchten N-Quellen die Fähigkeit, im Laufe seiner Entwickelung in der Kulturflüssigkeit einige, die Wachstumsgeschwindigkeit beschleunigende Veränderungen hervorzurufen; qualitativ ist diese Beschleunigung von der Qualität der N-Quelle sehr stark abhängig.“ In bezug auf die Ursache dieses eigentümlichen Verhaltens sagt N. (S. 58): „Uns bleibt nur noch die Annahme, dass der Pilz einen Stoff, bezw. Stoffe in die Kulturflüssigkeit ausscheidet, die nicht als Nährstoffe, sondern als Reiz auf den Pilz wirken“.

Bei meinen Kulturen nahm ich in mehreren Fällen aus derselben Flasche zwei Ernten nach einander ohne gleich Nikitinsky neue Nährstoffe hinzuzufügen. Der Hauptzweck dieses Verfahrens war zu kontrollieren wieviel Pilzsubstanz von dem noch zurückgebliebenen Nährstoffe produziert werden könnte. Eine eigentliche Kontrolle der Nikitinsky'schen Experimente können meine Versuche somit nicht darstellen.

Von den recht zahlreichen Versuchen seien hier jedoch nur zwei Serien (Tabelle 17, 24) als Beispiel angeführt.

Als allgemeine Regel kann festgesetzt werden, dass die Kohlenstoffquellen, mit welchen der Pilz rasch wächst, wenn die erste Ernte schon nach 3 Tagen genommen wurde, eine sehr geringe zweite Ernte (nach 6 Tagen) geben, wie z. B. Maltose und Saccharose. Die hingegen, mit welchen der Pilz langsam wächst, geben eine relativ reiche zweite

Ernte (6 T.), wie Mannit, Glycerin, Dulcit, Erythrit, Galaktose, Raffinose und besonders Inulin. — Von den Kulturen, von denen die erste Ernte nach 6 Tagen genommen wurde, erhält man im allgemeinen äusserst kleine Nachernten (6 T.) mit den langsam verwerteten Kohlenstoffquellen, wie z. B. Mannit, Lävulose, Raffinose und Inulin. Mit den ein rasches Wachstum erzeugenden erhält man gar keine oder höchst unbedeutende. — Wenn schliesslich die erste Ernte erst nach 9 Tagen entnommen wurde, so erhält man in den meisten Fällen (ausser mit Raffinose und Inulin) keine zweite Ernte (6 T.).

Allgemeine Schlusssätze.

Bei allen Untersuchungen über den Nährwert verschiedener Stoffe ist offenbar mehr Rücksicht auf die Reinheit der Stoffe zu nehmen als dies bisher geschehen ist.

Es ist nunmehr durch eine Menge übereinstimmender Untersuchungen mehrerer Forscher (Lafar, S. 343, Czapek, III, S. 893) bekannt, dass es eine ganze Menge sowohl anorganischer als organischer Stoffe gibt, deren Beisatz auch in äusserst kleinen Mengen als Reizmittel auf Schimmelpilze wirkt und ihr Wachstum in hohem Grade befördert.

Es ist nicht unmöglich, dass ein als „rein“ ausgegebenes Präparat minimale aber physiologisch wirksame Mengen eines derartigen Reizmittels enthält und die Ernteergebnisse dadurch beeinflusst werden. Die schon früher erwähnten Erfahrungen Wents sprechen dafür. In bezug auf diese sei hier jedoch darauf hingewiesen, dass die Unterschiede zwischen seinen Ernten mit dem gereinigten und dem nicht gereinigten Präparate so ausserordentlich gross sind (für Fruktose 1 : 16, für Laktose 1 : 7), dass die Literatur kein chemisches Reizmittel kennt, das allein für sich solche verursachen könnte.

Indessen kommt Richter (S. 424), der die Frage der chemischen Reizmittel speziell kritisch untersucht hat, zum Resultate, dass eine Steigerung im Wachstume des Pilzes,

bei Anwesenheit von solchen in den Kulturen, nur in der ersten Zeit stattzufinden scheint, dass aber die schliessliche Grösse der Ernten durch dieselben nicht beeinflusst wird. Ist dieses richtig, so hätten die von mir erhaltenen Maximalernten, aus deren Grösse ich den Nährwert der Stoffe beurteile, keine Einwirkung durch Reizmittel erfahren.

Die ganze Frage über die Einwirkung der chemischen Reizmittel auf das Wachstum der Schimmelpilze ist jedoch noch nicht als völlig gelöst zu betrachten.

Was nun speziell die von mir benutzten Präparate der Kohlenstoffquellen betrifft, so scheint es mir wahrscheinlich, dass in einigen derselben Verunreinigungen eine Rolle als chemische Reizmittel hätten spielen können.

Zu dieser Annahme gelangte ich zunächst bei der Prüfung der beiden von mir benutzten Kahlbaum'schen Dextrosemarken I und II, von denen die letztere, chemisch weniger reine, bedeutend bessere Resultate lieferte als die erstere.

Ob die von früheren Forschern angewandten Präparate absolut rein waren oder nicht, und ob ihre Resultate dadurch beeinflusst wurden, lässt sich natürlich nicht entscheiden. Die Präparate, welche ich benutzte, waren aus chemischen Fabriken von bestem Rufe verschrieben worden.

Eine Übersicht über die Ergebnisse meiner Versuche erhält man aus den in den Tafeln aufgenommenen Kurven, wo die Abszissen die Zeit in Tagen angeben, die Ordinaten das Gewicht der Pilzernten in Milligrammen. Die vier ersten Gruppen beziehen sich auf Kulturen mit 100 cm^3 Nährlösung, die beiden letzten auf solche mit 50 cm^3.

Der Verlauf aller Kurven ist in der Hauptsache übereinstimmend. Die Kurve steigt regelmässig an, erreicht ihr Maximum und zeigt dann einen deutlichen Abfall. Im Einzelnen jedoch zeigen meine Kurven einen recht verschiedenen, mehr oder weniger steilen Verlauf, welcher darauf

deutet, dass die verschiedenen Stoffe auf verschiedene Weise zur Anwendung kommen.

Deutlich tritt zunächst die verschiedene Geschwindigkeit hervor, mit welcher der Pilz die verschiedenen Kohlenstoffquellen ausnutzt. Nach 3 Tagen erhält man z. B. auf Maltoselösung (100 cm^3) eine Ernte, die nur um ein Geringes kleiner ist als die absolute Maximalernte. Mit Mannit, Erythrit, Glycerin und Inulin dagegen wird die Ernte in derselben Zeit relativ bedeutend geringer. Von früheren Forschern hat speziell DUCLAUX diesen Tatbestand hervorgehoben, welcher sich deutlich durch das langsame Keimen zu erkennen gibt. Ferner ergiebt sich aus den Kurven die verschiedene Zeit, welche zur Produktion der Maximalernte, die überhaupt erhalten wird, erforderlich ist. Sie beträgt beispielsweise für Arabinose nur 3 Tage, für Maltose, Saccharose, Xylose und Dextrose II c. 5—6 Tage, für Lävulose, Raffinose, Erythrit, Inulin und Glycerin c. 9 Tage, für Mannit c. 15 Tage u. s. w.

Ferner ersieht man aus den Kurven die grosse Verschiedenheit der Maximalernten.

Um das Wachstum der Pilze noch weiter zu beleuchten, gebe ich hier einige Zusammenstellungen über die Grösse der Ernten nach 3, 6, 9, 12 und 15 Tagen:

	3 Tage.	6 Tage.	9 Tage.	12 Tage.	15 Tage.
Mannit	0,106	0,934	1,286	1,292	1,611
Dextrose I . . .	0,307	0,813	0,908	0,851	0,812
Galaktose	0,185	0,416	0,565	0,606	—
Lävulose	0,344	0,906	1,038	0,852	—
Saccharose . . .	0,649	1,524	1,565	1,498	1,222
Maltose	1,000	1,325	1,354	1,314	1,385
Laktose	—	0,375	(0,513) [1]	—	(0,611) [2]
Raffinose	0,320	0,556	0,669	0,583	—
Inulin	0,480	1,273	1,393	1,255	1,250

Wollte man nun an der Hand von Kulturen, die nach einem beliebig gewählten Zeitpunkte unterbrochen wurden,

[1]) 10 Tage. [2]) 14 Tage.

die Kohlenstoffquellen in einer Rangordnung nach ihrem Nährwerte aufstellen, so erhielte man auch eine willkürliche Rangordnung, wie die nachstehende Zusammenstellung nach meinen Tabellen zeigt.

3 Tage.	9 Tage.	15 Tage.
Maltose	Saccharose	Mannit
Saccharose	Inulin	Maltose
Inulin	Maltose	Inulin
Lävulose	Mannit	Saccharose
Raffinose	Lävulose	Dextrose I
Dextrose I	Dextrose I	(Laktose)
Galaktose	Raffinose	
Mannit	Galaktose	
(Laktose)	(Laktose)	

Dieses Verfahren ist gleichwohl, wie schon erwähnt, bislang allgemein üblich gewesen. Die wirkliche Rangordnung hingegen erhält man nur bei alleiniger Berücksichtigung der Maximalernte.

Um ein anschauliches Bild der Maximalernten zu geben, machte ich die folgende Zusammenstellung. Die Maltose-Ernte wurde = 100 gesetzt und die Werte der anderen Ernten danach berechnet.

In den Fällen, wo verschiedene Kulturen mit derselben Kohlenstoffquelle verschiedene Werte lieferten, wurde stets die grösste Ernte in Betracht gezogen.

Die Kulturen von 100 cm³ und 50 cm³ konnten hier nicht direkt mit einander verglichen werden, sondern mussten jede für sich behandelt werden.

Für die 100 cm³ Kulturen stellen sich die Zahlen folgendermassen:

Saccharose . . .	107	I
Dextrose II . . .	102	I
Maltose	100	I
Mannit	99	I
Inulin	85	I
Dextrose I . . .	72	II
Glycerin	71	II
Lävulose	63	II
Raffinose	41	III
Galaktose	37	III
Laktose	37	III

Für die 50 cm³ Kulturen erhalten wir folgende Reihenfolge:

Erythrit	114	I	Dextrose I	76	II
Inulin	100	I	Quercit	18	IV
Maltose	100	I	Aethylenglykol	—	V
Dulcit	99	I			
Xylose	95	I			
Arabinose	86	I			

Absolute Giltigkeit hat diese Rangordnung natürlich nicht in anbetracht der möglichen Fehler bei den Versuchen. Ich habe die Stoffe, welche einigermassen gleichwertig erscheinen, durch Klammern verbunden und so fünf Gruppen erhalten.

Des Vergleiches wegen gebe ich eine gleiche Zusammenstellung der Resultate CZAPEKS für die entsprechenden Stoffe nach den Werten, die er in seinen Tabellen [1]) angibt (II, S. 62—64). Hierbei ist zu beachten, dass CZAPEKS Versuche unter anderen Bedingungen ausgeführt worden sind als meine: 3 % Kohlenstoffquelle, 28 C Temperatur und 22 Tage für alle Kulturen.

Inulin	113	l-Arabinose	64
Maltose	100	a-Erythrit	59
d-Fruktose	95	Quercit	59
l-Xylose	93	Glycerin	53
Raffinose	93	Laktose	25
d-Galaktose	89	Aethylenglykol	13
d-Glykose	87	Dulcit	5
d-Mannit	76		

Es ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt, in welcher schliesslichen Form der Pilz die betreffenden Kohlehydrate aufnimmt um sie zu lebender Substanz weiter zu verarbeiten, ob also vielleicht alle Hexosen als solche hierzu taugen oder vielleicht nur die Dextrose (d-Glukose), wie CZAPEK (II, S. 65, III, S. 188—89) geneigt scheint anzuneh-

[1]) Die Saccharose ist in CZAPEKS Tabellen nicht enthalten.

men, in welchem Falle alsdann ein Stoff, um nährfähig zu sein, erst vom Pilz in Dextrose übergeführt werden müsste.

Betrachten wir zunächst die von CZAPEK untersuchten Hexosen, so finden wir, dass er für sie (d-Glukose, d-Mannose, d-Galaktose und d-Fruktose) ungefähr den gleichen Nährwert erhält. Allerdings gab die d-Mannose ein etwas schlechteres Resultat als die übrigen, aber als Ursache will CZAPEK (II, S. 65) die schlechte Beschaffenheit des Präparates ansprechen. — Ich meinerseits habe etwas abweichende Erfahrungen, denn in meinen Kulturen erwies sich die d-Galaktose als bedeutend schlechterer Nährstoff als die d-Glukose und d-Fruktose.

Um vom Pilz assimiliert werden zu können müssen die Di- und Polysaccharide (JOST, S. 211) zuerst durch die Einwirkung von Enzymen hydrolytisch in Monosaccharide zerlegt werden. Von diesen Enzymen sind zum mindesten Invertase, Maltase, Raffinase und ausserdem Inulase bei *Aspergillus niger* nachgewiesen worden (EULER, II, S. 51, 52).

Von den Disacchariden findet CZAPEK die Maltose und Saccharose den Monosacchariden ungefähr gleichwertig, die Laktose hingegen bedeutend schlechter als diese. Meine Resultate stimmen hiermit nicht überein, denn die Saccharose und Maltose lieferten bedeutend bessere Resultate als die reinen Monosaccharide. Die günstigen Eigenschaften des weniger reinen Dextrosepräparats sind schon hervorgehoben worden. Hier sei an einen Versuch erinnert (Tabelle 18), welcher so angeordnet war, dass gleichzeitig gleiche Mengen Dextrose I, Fruktose, Saccharose und Dextrose I + Fruktose zu gleichen Teilen, ausgesetzt wurden. Es zeigte sich nun, dass der Pilz mit der Saccharose bedeutend besser wuchs als mit den anderen Präparaten.

100 cm³ — 3 Tage

Saccharose	Dextrose I	Fruktose	Dextrose I + Fruktose
0,940	0,442	0,464	0,495

Auch mit der Laktose erhielt ich ein verhältnismässig etwas besseres Resultat als CZAPEK.

Da die Maltose in zwei Molekyle d-Glukose zerfällt, so müsste theoretisch aus equivalenten Mengen von Maltose und d-Glukose ein gleich gutes Resultat zu erwarten sein. Ebenso müsste die Sacharose als Resultat einen Mittelwert zwischen d-Glukose und d-Fruktose ergeben, die Raffinose den Mittelwert zwischen d-Glukose, d-Fruktose und d-Galaktose, die Laktose zwischen d-Glukose und d-Galaktose und das Inulin schliesslich denselben Wert wie die d-Fruktose. Dies scheint jedoch nicht zuzutreffen. Worauf dies beruht lässt sich wohl nicht in allen Fällen auf dieselbe Art erklären.

Wenn bei der Spaltung von Di- und Polysacchariden die aus ihnen entstehenden Monosaccharide nur in dem Masse gebildet werden als der Pilz sich zu nutze zu machen vermag (Jost, S. 176—77), wurde Pilz somit die ganze Zeit über Monosaccharide „in statu nascendi" zur Verfügung haben, und es liesse sich dann denken, dass dieselben gerade in diesem Stadium am leichtesten assimilierbar wären.

Ein den hier genannten Sacchariden ganz entgegengesetztes Verhältnis finden wir bei der Laktose und Raffinose. (Nach Czapek nur bei der ersteren). Es scheint, als ob der Pilz bei der Ausnützung dieser Stoffe auf gewisse Schwierigkeiten stosse, worauf auch die langsame Keimung deutet. Vielleicht werden hierbei Nebenprodukte gebildet, was die Invertierung erschwert (Jost, S. 174) und bewirkt, dass der Pilz einen beträchtlichen Teil seiner C-Nahrung durch eine intensive Atmung direkt in Energie umsetzen muss.

Von den Pentosen gibt nach Czapek nur die l-Xylose eine gleich gute Ernte wie die Hexosen, die Rhamnose und l-Arabinose hingegen eine bedeutend schlechtere. Meine Untersuchungen bestätigen Czapeks Resultate in bezug auf die l-Xylose, dagegen erhielt ich mit der l-Arabinose ein bedeutend besseres Resultat als er. Vielleicht wäre hier an den Einfluss von Verunreinigungen zu denken (siehe S. 18). Über die Art des Pilzes Pentosen aufzunehmen sagt Czapek (II, S. 64, 65): „Bei der l-Xylose bereitet dem Aspergillus offenbar die Hexosensynthese keine Schwierig-

keit — hier ist auch tatsächlich bereits der grösste Teil des Glukosemoleküls sterisch vorgebildet."

Über die sechswertigen Alkohole d-Mannit, d-Sorbit und Dulcit äusserst CZAPEK (II, S. 65): „Die beiden Hexite d-Mannit und d-Sorbit sind bemerkenswerterweise den Hexosen an Nährwert wohl gleich, hier spielt also die Weiteroxydation zu Aldehyd und Keton keine Rolle. Hingegen tritt uns im Dulcit bereits eine Substanz entgegen, wo die Oxydation wahrscheinlich auf Hindernisse stösst, die durch die sterische Konfiguration dieses Hexits gegeben sind. Wenn der Pilz über eine Aldehydase verfügen sollte, so kann dieses Enzym die Konfiguration der Galaktose nicht angreifen" (Vergl. auch Biochemie I, S. 241). — Meine Versuche stimmen hiermit nicht ganz überein. Mit Mannit erhielt ich ein besseres Resultat als CZAPEK. Der Pilz wächst allerdings langsam (so auch mit Dulcit), liefert aber gleichwohl ein besseres Resultat als mit Fruktose, zu welchem Stoffe (+ Mannose) der Mannit erst oxydiert wird. Desgleichen erhielt ich auf Dulcit eine gute, völlig der von den besten Zuckerarten vergleichbare Ernte. Bemerkenswert ist, dass der Dulcit, obgleich er bei Oxydation d-Galaktose (+ Schleimsäure) gibt (EULER, I, S. 9), ein weit besseres Nährmittel ist als d-Galaktose, ein analoges Verhältniss, wie das der Maltose und d-Glukose. Sollte vielleicht die d-Galaktose „in statu nascendi" vom Pilz leichter ausgenützt werden können als sonst?

Auch mit Erythrit erhielt ich eine bedeutend grössere Ernte als CZAPEK. Wie mit den sechswertigen Alkoholen wächst der Pilz auch hier sehr langsam, die Oxydation zu Hexose scheint offenbar Zeit zu nehmen.

Das Glycerin scheint einen etwas geringeren Nährwert zu besitzen als die höheren Alkohole, wahrscheinlich geht hier ein beträchtlicher Teil des Stoffes verloren um Energie für die Umwandlungsprozesse zu Hexose zu liefern. Im übrigen sagt CZAPEK (II, S. 64) bei Besprechung des Nährwerts des Glycerins: „Bemerkenswert ist hier wiederum, dass weder durch Oxydation zu Glycerinaldehyd und

Keton noch durch Oxydation zu Glycerinsäure die Nährwirkung gesteigert wird."

Mit Aethylenglykol konnte ich den Pilz nur äusserst langsam und unbedeutend zum Wachsen bringen; Czapek dagegen hatte ein etwas besseres Resultat.

Czapeks und meine Versuche mit Quercit gaben bedeutend abweichende Resultate. Czapek sagt über diesen Stoff (II, S. 57): „Die Chinasäure muss besonders leicht zur Zuckersynthese durch Ringsprengung verwendet werden können. Ebenso leicht gelingt dies aber auch mit anderen hydroaromatischen Derivaten z. B. mit Quercit und Inosit. Diese biochemischen Thatsachen können ihre Verwertung zur Bestätigung der Ansicht finden, dass die Benzolderivate im Pflanzenorganismus grossenteils aus hydroaromatischen Verbindungen hervorgehen, deren Entstehung aus Zucker leicht möglich ist." Indessen gelang es dem Pilz nur mit grösster Schwierigkeit aus meinem Quercitpräparate Mycel aufzubauen, woraus sich ergibt, dass in diesem Falle die Sprengung des Benzolkernes offenbar nicht so leicht war. Neue Untersuchungen werden wohl den wirklichen Nährwert dieses Stoffes besser darthun können.

Die obigen Untersuchungen sind im Herbstsemester 1909 und im Frühling- und Herbstsemester 1910 unter Leitung von Prof. Fredr. Elfving im botanischen Laboratorium der Helsingforser Universität ausgeführt worden. Für die ausserordentliche Zuvorkommenheit, mit welcher er mich die ganze Zeit über mit Rat und Tat in meinen Untersuchungen unterstützt hat, erlaube ich mir ihm meinen warmen Dank auszusprechen.

Tabellen.

In den Tabellen sind die verschiedenen Kulturserien durch N:o bezeichnet. Alle in einer Serie vorhandenen Kulturen sind auf einmal ausgesät und mit einander streng vergleichbar. Wo nicht anders angegeben ist, handelt es sich immer um Kohlenstoffmengen, die in der Verzeichnis der gebrauchten Kohlenstoffquellen zu finden sind. Über die übrigen Bestandteile der Kulturflüssigkeit siehe die Einleitung.

Verzeichnis der Kohlenstoffquellen.

	Molekular Gewicht [1].	In 100 cm^3 Nährlösung 2 g C entsprechend.	In 50 cm^3 Nährlösung 0,968 g C entsprechend.
Alkohole.			
Etylenglykol, $C_2 H_4 (OH)_2$ . . .	62,0	—	2,5
Glycerin $C_3 H_5 (OH)_3$	92,1	5,112	—
Erythrit $C_4 H_6 (OH)_4$.	122,1	—	2,46
Mannit $C_6 H_8 (OH)_6$	182,1	5,055	—
Dulcit $C_6 H_8 (OH)_6$	182,1	—	2,44
Kvercit $C_6 H_7 (OH)_5$	164,1	—	2.207
Monosaccharide.			
Arabinose $C_5 H_{10} O_5$	150,1	—	2,42
Xylose $C_5 H_{10} O_5$	150,1	—	2,42
Dextrose I $C_6 H_{12} O_6 + H_2 O$ . .	198,12	5,5	2,66
„ „ II (ungerein).	180,1	5	—
Übrige Dextrose.	180,1	5	—
Lävulose $C_6 H_{12} O_6$	180,1	5	—
Galactose $C_6 H_{12} O_6$	180,1	5	—
Disaccharide.			
Saccharose $C_{12} H_{22} O_{11}$	342,12	4,75	—
Maltose $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$ . . .	360,2	5	2,42
Lactose $C_{12} H_{22} O_{11} + H_2 O$ . . .	360,2	5	—
Polysaccharide.			
Raffinose $C_{18} H_{32} O_{16} + 5 H_2 O$.	594,4	5,5	—
Inulin $(C_6 H_{10} O_5)_6 + H_2 O$. . . .	990,6	4,59	2,22

[1]) Die Molekulargewichte sind aus Chemiker Kalender 1908 entnommen.

		3 Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage	9 Tage	12 Tage	15 Tage	18 Tage	21 Tage
N:o 1	Glycerin	0,202	0,451	0,628	0,738	1,162	1,028	1,142	—	—
N:o 2	Mannit.	0,145 0,067 } 0,106	—	—	0,915 0,953 } 0,934	1,286 1,933[1] } 1,286	1,262 1,321 } 1,292	1,470 1,751 } 1,611	—	—
N:o 3	Mannit.	0,075	0,353	0,618	1,012	1,040	1,226	1,266	1,462	1,275
N:o 4	Dextrose I	0,307	0,475	0,619	0,813	0,908	0,851	0,812	0,962	0,838
N.o 5	Dextrose II	1,318	1,542	1,585	1,518	1,358	1,355	1,224	1,275	1,236
N:o 6	Lävulose	0,387 0,300 } 0,344	—	—	1,024 0,787 } 0,906	1,140 0,935 } 1,038	0,775 0,988 } 0,852	—	—	—
N:o 7	Galactose	0,192 0,178 } 0,185	—	—	0,398 0,434 } 0,416	0,556 0,573 } 0,565	0,632 0,580 } 0,606	—	—	—
N:o 8	Maltose	—	—	—	1,625 1,658 1,571 1,675 } 1,632	1,573 1,535 } 1,554	1,498 1,525 } 1,512	—	—	—
N:o 9	Maltose	1,000	1,246	1,398	1,325	1,354	1,314	1,385	1,297	1,347
N:o 10	Saccharose	—	1,050 1,195 } 1,123	1,635 1,491 } 1,563	1,765 1,728 } 1,747	1,715 1,613 } 1,664	—	—	—	—
N:o 11	Saccharose	0,649	1,100	1,070	1,524	1,565	1,498	1,222	1,247	—
N:o 12	Raffinose	0,335 0,305 } 0,320	—	—	0,545 0,567 } 0,556	0,723 0,614 } 0,669	0,581 0,585 } 0,583	—	—	—
N:o 13	Inulin	0,476 0,484 } 0,480	—	—	1,277 1,269 } 1,273	1,386 1,399 } 1,393	1,277 1,233 } 1,255	1,289 1,210 } 1,250	—	—
						10 Tage		14 Tage		
N:o 14	Lactose	—	—	—	—	—	—	0,505	0,528	0,494
N:o 15	Lactose	—	—	—	0,370 0,380 } 0,375	0,567 0,460 } 0,513	—	0,608 0,614 } 0,611	—	—
	„ 10 g	—	—	—	0,574 0,492 } 0,533	0,758 0,715 } 0,737	—	0,762 0,883 } 0,823	—	—
	„ 20 g	0,140 0,108 } 0,124	—	—	0,480 0,535 } 0,508	0,706 0,757 } 0,732	—	—	—	—

[1]) Hier hat wahrscheinlich irgendeine Fehlerquelle eingewirkt, denn die Zahl ist viel grösser als zu erwarten wäre.

N:o 16	Erste Ernte nach 3 Tagen		Zweite Ernte nach 4 Tagen	
Dextrose I . . .	0,484 / 0,486	0,485	0,131 / 0,139	0,135
Lävulose	0,400 / 0,412	0,406	0,116 / 0,108	0,112
Galactose . . .	0,223 / 0,227	0,225	0,075 / 0,086	0,081
Saccharose . . .	0,768 / 0,576	0,672	0,104 / 0,132	0,118
Maltose	1,484 / 1,509	1,497	0 / 0	0
Lactose	0,033 / 0,039	0,036	0,133 / 0,157	0,145
Raffinose	0,359 / 0,349	0,354	0,130 / 0,137	0,134
Mannit.	0,218 / 0,235	0,227	0,224 / 0,171	0,198
Inulin	0,509 / 0,507	0,508	0,509 / 0,479	0,494

N:o 17 — NH_4Cl als N-Quelle	3 Tage	
Dextrose I . . .	0,510 / 0,505	0,508
Lävulose	0,576 / 0,451	0,505
Galactose	0,235 / 0,177	0,206
Saccharose . . .	0,887 / 0,831	0,859
Maltose	1,212 / 1,156	1,189
Lactose	0,080 / 0,078	0,079
Raffinose	0,432 / 0,475	0,454
Mannit.	0,128 / 0,099	0,114
Inulin	0,471 / 0,423	0,447

N:o 18	3 Tage	
Saccharose . . .	1,117 / 0,703	0,940
Dextrose I . . .	0,393 / 0,490	0,442
Lävulose	0,454 / 0,473	0,464
Dextr. I, 2,75 g + Lävulose 2,5 g .	0,495 / 0,494	0,495

N:o 19	3 Tage		6 Tage	
Dextrose II . . . (Kahlbaum)	0,920 / 1,053	0,987	1,475 / 1,528	1,502
Dextrose I . . . (Kahlbaum)	0,491 / 0,443	0,467	1,378 / 1,408	1,393[1]
Königs . . . . . technische	0,615 / 0,685	0,650	1,330 / 1,334	1,332
Königs . . . . . puri-s.	0,702 / 0,725	0,714	1,568 / 1,518	1,543
Schuchardts . . pur.	0,640 / 0,707	0,674	1.525 / 1,415	1,470
Schuchardts . . puriss. wasserfrei	0,672 / 1,025	0,849	1,360 / 1,404	1,382

[1]) Diese Ernte ist nicht unbedeutend grösser als alle andere, die ich von meinen zahlreichen (c. 20) Kulturen mit Dextrose I erhalten habe. Mir scheint desshalb nicht ausgeschlossen, dass hier eine unbekannte Fehlerquelle eingewirkt hat.

		3 Tage
N:o 20	Dextrose I, 5 g.	0,636; 0,642 } 0,639
	Dextrose II . . .	1,168; 1,265 } 1,217
N:o 21	Dextrose I, 5 g.	0,511; 0,538 } 0,525
	Dextrose I . . .	0,482; 0,559 } 0,521
	Dextrose II . . .	1,076; 0,987 } 1,032
N:o 22	Dextrose I, 5 g.	0,659; 0,650; 0,603 } 0,637
	Dextrose I . . .	0,576; 0,648; 0,594 } 0,606
N:o 23	Dextrose I . . .	0,575; 0,655 } 0,615
	Dextrose I, sterilisiert im Autoklav bei 2—3 Atmosph.	0,631

N:o 24	Dextrose II, NH_4Cl als N-Quelle; in 100 cm³ Nährlösung war Dextrose	Erste Ernte nach 3 Tagen	Zweite Ernte nach 7 Tagen
	5 g	1,487	0,206
	10 „	1,973	0,155
	15 „	2,197	0,505
	20 „	1,923	0,910
	25 „	2,375	1,035
	30 „	2,269	1,055
	35 „	2,175	1,290

		3 Tage	4 Tage	5 Tage	6 Tage	9 Tage
N:o 25	Dextrose I . . .	—	0,385; 0,388 } 0,387	0,672; 0,525 } 0,599	0,758; 0,705 } 0,732	1,055; 1,302 } 1,178
	Dextrose II . . .	—	1,345; 1,309 } 1,327	1,585; 1,688 } 1,673	1,740; 1,593 } 1,667	1,540; 1,575 } 1,558
N:o 26	Dextrose I . . .	0,452	—	—	0,894	1,006
N:o 27	Dextrose Schuchardt pur. . .	0,688	—	—	1,373	—

N:o 28	Verschiedene Sporen-Mengen, Dextrose II	3 Tage	4 Tage
	5 cm^3 Sporenemulsion (1/1)	1,116	1,533
	" " " " (1/25)	0,821	1,360

N:o 29	Dextrose II, (NH_4, Cl)	3 Tage	6 Tage
	5 cm^3 Sporenemul. + 15 cm^3 Wasser	1,233 } 1,185 } 1,209	1,509 } 1,505 } 1,507
	10 " " " 10 " "	1,166 } 1,034 } 1,100	— —
	20 " —	1,239 } 1,252 } 1,246	1,452 } 1,495 } 1,474

N:o 30	Einwirkung von Eisen Dextrose I	3 Tage	5 Tage	7 Tage
	Ohne Fe	0,306	0,507	0,619
	0,05 % Fe Cl_3	0,366	0,640	0,805
	2 Tropfen 5 % Fe Cl_3	0,295	—	0,638

		Kulturen mit 50 cm^3 Nährflüssigkeit				
		3 Tage	6 Tage	9 Tage	12 Tage	28 Tage
M:o 31	Etylenglykol . .	—	—	—	Spur	—
	Erythrit	0,060	0,544	0,870	0,835	—
	Dulcit	0,259	0,497	0,608	0,760	—
	Arabinose	0,659	0,653	0,603	0,527	—
	Xylose	0,426	0,730	0,651	0,607	—
	Kvercit . . . . , .	Spur	Spur	0,013	0,027	0,140
N:o 32	Dextrose I . . .	0,289	0,489	0,544	0,586	—
	Maltose	0,769	0,616	0,671	0,638	—
	Inulin	0,305	0,772	0,631	0,587	—

Litteraturverzeichnis.

1) *Benecke, Wilhelm,* Die zur Ernährung der Schimmelpilze notwendigen Metalle. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd 28 (1895) S. 487—526.

2) *Butkewitsch, Wl.,* Umwandlung der Eiweisstoffe durch die niederen Pilze im Zusammenhange mit einigen Bedingungen ihrer Entwickelung. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd 38 (1903) S. 147—230.

3) *Czapek, Fr.,* I. Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweissbildung der Pflanzen. — Hofmeisters Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie. Band I (1901) S. 538—561.

4) —»— — II. Untersuchungen über die Stickstoffgewinnung und Eiweissbildung der Schimmelpilze. Ebenda. Band III (1903) S. 47—67.

5) —»— — III. Biochemie der Pflanzen. I, II Band. Jena. 1905.

6) *Duclaux, E.,* Sur la nutrition intracellulaire. Ann. de l'institut Pasteur. T. 3 (1889).

7) *Elfving, Fredr.,* Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze. Helsingfors. 1890.

8) *Emmerling, O.,* Oxalsäurebildung durch Schimmelpilze. Centralbl. f. Bakt. 2 Abt. Bd 10 (1903) S. 273.

9) *Eschenhagen, Fr.,* Ueber den Einfluss von Lösungen verschiedener Concentration auf das Wachstum von Schimmelpilzen. Diss. Leipzig 1889.

10) *Euler, Hans,* Växtkemi, dess grunder och resultat, del. I, II, III. Stockholm. 1907—8.

11) *Flügge, C.,* Die Mikroorganismen. Erster Theil. Leipzig. 1896.

12) *Jost, L.,* Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Zweite Auflage. Jena, 1908.

13) *Klebs, G.,* Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd 35 (1901) S. 80—199.

14) *Kosinski, I.,* Die Atmung bei Hungerzuständen und unter Einwirkung von mechanischen und chemischen Reizmitteln bei Aspergillus niger. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd 37 (1902) S. 137.

15) *Kunstmann, H.,* Über das Verhältnis zwischen Pilzernte und verbrauchter Nahrung. Diss. Leipzig. 1895.

16) *Lafar, F.,* Handbuch der technischen Mykologie. Erster Band. Allgemeine Morphologie und Physiologie der Gärungsorganismen. Jena, 1907.

17) *Lutz, L.,* Recherches sur la nutrition des végétaux. Ann. d. sciences natur. Sér. VIII. Botanique. Tome 7 (1898) pag. 1.

18) *Molisch, Hans,* Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Jena 1892.

19) *Nikitinsky, J.,* Über die Beeinflussung der Entwicklung einiger Schimmelpilze durch ihre Stoffwechselprodukte. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd 40 (1904) S. 1.

20) *Nägeli, C.,* Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen. Botanische Mitteilungen III. S. 395.

21) *Pfeffer, W.,* I. Pflanzenphysiologie. Erster Band. Zweite Auflage. Leipzig 1897.

22) —«— II. Ueber Election organischer Nährstoffe. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd 28 (1895) S. 206—267.

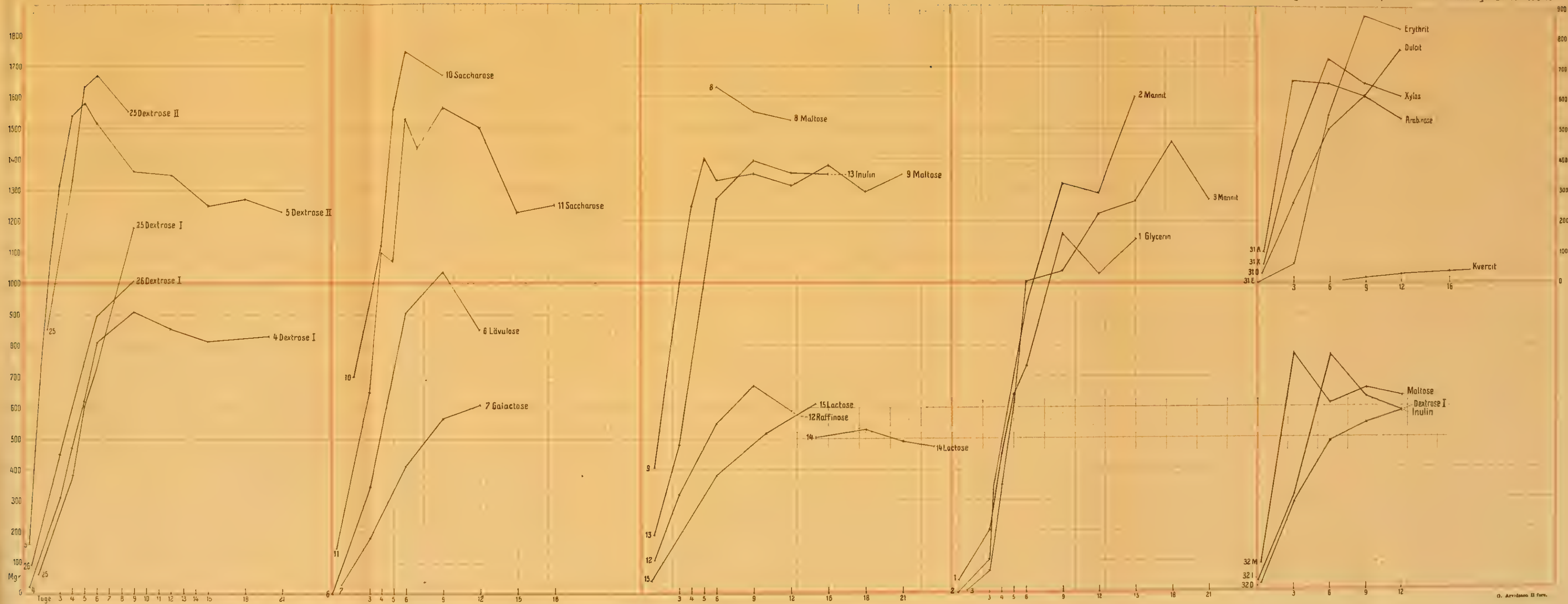
23) *Pulst; C.,* Die Wiederstandsfähigkeit einiger Schimmelpilze gegen Metallgifte. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd 37 (1902).

24) *Puriewitsch, K.,* Physiologische Untersuchungen über Pflanzenathmung. Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd 35 (1901) S. 573—611.

25) *Raulin, J.,* Etudes chimiques sur la végétation. Ann. d. sciences naturelles. Ser. V. Botanique. Tom. XI (1869).

26) *Reinke, J.,* Die Kohlenstoffassimilation im Chlorophyllosen Protoplasma. Unters. aus. d. bot. Labor. Göttingen III, 1883.

27) *Richards, H. M.,* Die Beeinflussung des Wachstums einiger Pilze durch chemische Reize. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd 30 (1897) S. 665.
28) *Richter, A.,* Zur Frage der chemischen Reizmittel. Centralbl. f. Bakt. 2 Abt. Bd 7 (1901) S. 417.
29) *Ritter, G.,* Ammoniak und Nitrate als Stickstoffquelle für Schimmelpilze. Berichte d. deutschen botan. Gesellschaft. Bd 37 (1910).
30) *Thiele, R.,* Die Temperaturgrenzen der Schimmelpilze. Diss. Leipzig, 1896.
31) *Warming-Johannsen,* Lehrbuch der allgemeinen Botanik. Berlin, 1909.
32) *Wehmer, C.,* I. Entstehung und physiologische Bedeutug der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze. Botanische Zeitung, 1891.
33) --»-- II. Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Entstehung freier Oxalsäure in Culturen von Aspergillus niger van Tiegh. Ber. d. deutschen botan. Gesell. 1891.
34) *Went, F. C.,* Monilia sitophila (Mont.) Sacc. ein technischer Pilz Javas. Centralbl. f. Bakt. 2 Abt. Bd 7 (1901) S. 544.


Mgr
Tage
25 Dextrose II
5 Dextrose II
25 Dextrose I
26 Dextrose I
4 Dextrose I
10 Saccharose
11 Saccharose
6 Lävulose
7 Galactose
8 Maltose
13 Inulin
9 Maltose
15 Lactose
12 Raffinose
14 Lactose
2 Mannit
3 Mannit
1 Glycerin
Erythrit
Dulcit
Xylos
Arabinose
Kvercit
Maltose
Dextrose I
Inulin
G. Arvidsson II fors.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 17.

Undersökning af pulverformiga kroppars värmeledningsförmåga

af

Hugo Karsten.

§ 1. Jordarters och andra pulverformiga kroppars värmeledningsförmåga har blifvit föremål för mycket få ingående undersökningar. Här kan omnämnas ett arbete af Harrison E. Patten [1]) som nyligen publicerats.

På initiativ af Professor A. Rindell, som äfven af Universitetets Consistorium utverkade ett mindre anslag för detta ändamål, vidtog undertecknad redan för tre år sedan med en studie af pulverformiga kroppars värmeledningsförmåga, begagnande mig härvid af en Christiansens apparat. Emellertid visade sig den Christiansenska apparaten sådan den är beskrifven i litteraturen [2]) vara behäftad med flere väsentliga fel. Det befanns omöjligt, att med den apparat, som stod mig till buds, erhålla säkra värden, hvarföre flere ändringar af apparaten till först måste göras. Frågan om värmeledningsförmågan hos jordarter, speciellt sådana som användas i jordbruket, låter sig icke heller lösas direkte, emedan värmelednings-förhållandena hos dessa blandningar af en mängd organiska och oorganiska ämnen äro alltför kom-

---

[1]) Heat transference in soils, U. S. Department of agriculture, Bureau of soilsbulletin N:o 59, 1909.

[2]) *C. Christiansen*, Einige Versuche über die Wärmeleitung, Wied. Ann. XIV, 24. 1881.

Martin Jansson, Om värmeledningsförmågan hos snö, Upsala 1904.

plicerade. Man måste därföre gå till enklare pulverformiga kroppar och undersöka, hvilka de faktorer äro, som inverka på värmeledningsförmågan. Först sedan förhållandena där blifvit undersökta, kan ett steg ytterligare tagas och blandningar af olika sammansättning undersökas. Uti denna uppsats skall i några enklare fall behandlas frågan om värmeledningsförmågans hos pulverformiga kroppar beroende af värmeledningsförmågan hos kornen och den emellan dem befintliga luften. Vidare skall undersökas huru den förändras med fuktighetshalten och sammanpackningsgraden hos det pulverformiga ämnet. Slutligen skall jag preliminärt meddela några tal öfver fuktighetens inflytande på värmeledningsförmågan hos naturliga jordarter nämligen: lera, torfjord och sandhaltig lera.

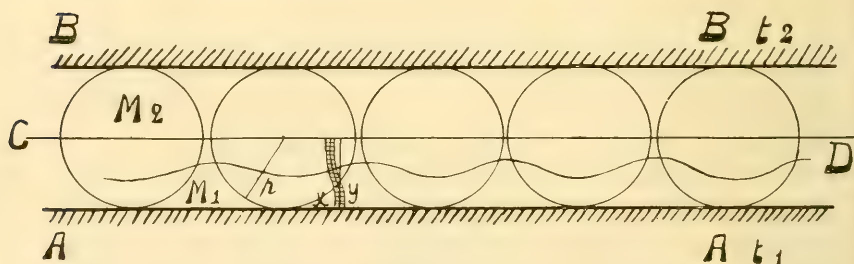


Fig. 1.

§ 2. Den teoretiska behandlingen af problemet erbjuder äfven vissa svårigheter. Om kornen antagas vara homogena och hafva en geometriskt definierbar form, kan uppgiften dock lösas relativt lätt. Här skola vi genomföra beräkningarna under förutsättning, att kornen äro lika stora och klotformiga. Till en början tänka vi oss ett enkelt lager likastora kulor med radien r mellan tvänne välledande plana ytor A och B, hvilka ständigt hållas på de konstanta temperaturerna t_1 och t_2, $(t_2 > t_1)$.

Det framgår omedelbart att planet C, som går genom kulornas medelpunkter är en isotermyta. Vi skola beräkna värmeströmmen per tidsenhet mellan A och C.

I planet C komma genomskärningarna af klotens ytor att bilda hvarandra utvändigt tangerande cirklar. Vi skola

särskildt beräkna värmeströmmen genom en sådan cirkel och en af de figurer, som bildas mellan de hvarandra utvändigt tangerande cirklarna.

Isotermytorna A och C äro plana. Detta är icke fallet med de isotermytor, hvilka befinna sig emellan A och C. Dessas genomskärning med ett vertikalt plan har ett utseende som linjen D schematiskt framställer. Temperaturfallet invid planet A är sålunda störst vid klotens tangeringspunkter med planet.

Värmeströmmen mellan planen A och C kan tänkas försiggå i cylindriska element, hvilkas sidoytor i hvarje punkt äro vinkelräta mot den genom punkten gående isotermytan.

Dessa element, hvilka alla utmynna i ytorna A och C, befinna sig till en del inom det medium M_1, som uppfyller mellanrummen mellan kulorna och planen A och B, till sin andra del åter i kulorna, mediet M_2. Hvarje tvärsnitt af elementet genomgås, så snart ett stationärt tillstånd inträdt, per tidsenhet af samma värmekvantitet dq. Temperaturfallen i elementet inom de särskilda medierna förhålla sig därvid till hvarandra som värmemotstånden [1]) inom respektive delar.

Emedan elementets genomskärning i det närmaste är konstant, är detta förhållande lika med förhållandet mellan delarnas längder multiplicerade med respektive mediers värmemotståndskoefficient. Om vi i centrum af cylinderelementets ena ändyta i planet A draga en linje till C vinkelrät mot nämnda plan så förhålla sig ofvannämnda längder till hvarandra i det närmaste som de delar, i hvilka klotets yta delar perpendikeln. Detta gäller strängt för tangerings-

---

[1]) Med ett elements „värmemotstånd“ skola vi här förstå reciproka värdet till dess värmeledningsförmåga d. v. s. till värmeströmmen per tidsenhet i elementet vid ett temperaturfall i detsamma af 1°. Ett ämnes specifika värmeledningsförmåga d. v. s. värmeströmmen per tidsenhet, och cm² i en 1 cm tjock planparallel platta, hvars båda sidoytor hållas vid en konstant temperaturdifferens af 1°, skola vi åter här kalla „värmeledningskoefficient“. Dennas reciproka värde benämna vi „värmemotståndskoefficient“.

punkten och ungefärligt för alla andra punkter, som falla inom den mot planet A vinkelräta cylinderytan, som omskrifver klotet. Om vi beteckna den del af perpendikeln, som faller inom mediet M_1, med y, de båda mediernas värmeledningskoefficienter med λ_1 och λ_2, så är temperaturfallet i mediet M_1, invid planet A

$$\frac{dt}{dy} = \frac{t_2 - t_1}{2} \cdot \frac{\frac{1}{\lambda_1}}{\frac{y}{\lambda_1} + \frac{r-y}{\lambda_2}}$$

Temperaturfallet i planet A kommer sålunda att variera mellan gränserna

$$\begin{cases} \frac{dt}{dy} = \frac{t_2 - t_1}{2} \cdot \frac{\lambda_2}{r\lambda_1} \\ y = 0 \end{cases}$$

och

$$\begin{cases} \frac{dt}{dy} = \frac{t_2 - t_1}{2} \cdot \frac{1}{r}. \\ y = r \end{cases}$$

Värmeströmmen genom ytelementet ds är

$$dq = ds \cdot \frac{dt}{dy} \cdot \lambda_1 = ds \cdot \frac{1}{\frac{y}{\lambda_1} + \frac{r-y}{\lambda_2}} \cdot \frac{t_2 - t_1}{2}$$

Taga vi till ytelement en cirkelring omkring klotets tangeringspunkt med radien x och bredden dx, erhålles

$$dq = \pi x \, . \, dx \frac{(t_2 - t_1)}{\left(\frac{y}{\lambda_1} + \frac{r-y}{\lambda_2}\right)} = \pi (t_2 - t_1) \cdot \frac{(r-y)\, dy}{\frac{y}{\lambda_1} + \frac{r-y}{\lambda_2}}$$

eller

1 $$dq = \pi\lambda_1 \, . \, \lambda_2 (t_2 - t_1) \frac{(r-y)\, dy}{r\lambda_1 + y(\lambda_2 - \lambda_1)}.$$

Om $\lambda_2 = \lambda_1$ erhålles

2 $$dq = \pi\lambda_1 \frac{(t_2 - t_1)}{r} (r - y)\, dy.$$

Om $\lambda_2 - \lambda_1$ är liten i förhållandet till λ_1, erhålles

3 $$dq = \pi\lambda_2 \frac{t_2 - t_1}{r} (r - y)\, dy - \frac{\pi\lambda_2(\lambda_2 - \lambda_1)}{r^2 \lambda_1} (t_2 - t_1)(r - y) y dy.$$

För beräkning af den värmemängd, som genomströmmar en kulas projektion på planet A, erhålla vi alltså följande integraler

1 a $$q = \pi\lambda_1 \lambda_2 (t_2 - t_1) \int_o^r \frac{(r - y)\, dy}{r\lambda_1 + y(\lambda_2 - \lambda_1)}$$

2 a $$q = \frac{\pi\lambda_1 (t_2 - t_1)}{r} \int_o^r (r - y)\, dy$$

3 a $$q = \pi\lambda_2 \frac{(t_2 - t_1)}{r} \int_o^r (r - y)\, dy - \frac{\pi\lambda_2 (\lambda_2 - \lambda_1)(t_2 - t_1)}{r^2 \lambda_1} \int_o^r (r - y)\, y dy.$$

§ 3. Integreringen af 1 a gifver följande uttryck

$$q = \frac{\pi\lambda_1 \lambda_2 (t_2 - t_1) r}{\lambda_2 - \lambda_1} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\}$$

hvilket sålunda angifver värmeströmmen per tidsenhet genom en kula. Är storleken af den med kulor betäckta ytan S, är antalet kulor $N = \frac{S}{2\sqrt{3} \cdot r^2}$. Den värmemängd, som per tidsenhet genomgår lagret kulor är sålunda

$$Q' = \frac{\pi\lambda_1 \lambda_2 (t_2 - t_1) S}{2\sqrt{3}\, r (\lambda_2 - \lambda_1)} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\}.$$

§ 4. Är ytinnehållet af alla de figurer, som bildas i planet A mellan kulornas projektioner på nämnda plan s, så är den värmemängd som per tidsenhet genomströmmar dessa delar

$$Q'' = s_1 \lambda_1 \frac{(t_2 - t_1)}{2\,r} \text{ eller, då}$$

$$s_1 = 0.0931\, S$$

$$Q'' = 0.0931\, \gamma_1\, S\, \frac{(t_2 - t_1)}{2\,r}.$$

§ 5. För den värmemängd som per tidsenheten genomströmmar ett enkelt lager kulor, erhålles uttrycket

$$Q = Q' + Q'' = \frac{\pi \lambda_1 \lambda_2 (t_2 - t_1) S}{2 \sqrt{3}\, r\, (\lambda_2 - \lambda)_1} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_{12} - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\} + 0.0931\, \lambda_1 S \frac{(t_2 - t_1)}{2\,r}.$$

I fall lagrets värmeledningskoefficient betecknas med λ_3 erhålles

$$Q = S \,.\, \lambda_3 \,.\, \frac{(t_2 - t_1)}{2\,\mathrm{r}}$$

4 $$\lambda_3 = \frac{\pi \lambda_1 \lambda_2}{\sqrt{3}\, (\lambda_2 - \lambda_1)} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\} + 0.0931\, \lambda_1.$$

§ 6. Integreringen af 2 a och 3 a för till formlerna

5 $$q = \frac{\pi \lambda_1 (t_2 - t_1) \,.\, r}{2}$$

6 $$q = \frac{\pi \lambda_2\, r\, (t_2 - t_1)}{2} \left\{ 1 - \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{3\, \lambda_1} \right\}$$

hvilka uttryck motsvara värmeledningskoefficienterna

5 a $$\lambda_3 = \frac{\pi \lambda_1}{2 \sqrt{3}} + 0.0931\, \lambda_1 = \lambda_1$$

6 a $$\lambda_3 = \frac{\pi \lambda_2}{2 \sqrt{3}} \left\{ 1 - \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{3\, \lambda_1} \right\} + 0.0931\, \lambda_1 = \lambda_1 + \frac{\pi (\lambda_2 - \lambda_1)}{3 \sqrt{3}}$$

§ 7. För att härleda värmeledningskoefficienten hos ett flertal lager af kulor, kunna vi utgå från det fall, att λ_2 är mycket stor i förhållande till λ_1. Beräkna vi under denna förutsättning förhållandet mellan den värmemängd, som vid ett enkelt lager kulor strömmar genom ytan närmast tangeringspunkten till ett afstånd af $\frac{r}{2}$ från densamma och totala värmeströmmen genom en kula, finna vi uttrycket

$$a = \frac{\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2 + \lambda_1}{2\lambda_1} - \frac{1}{2}}{\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1} = \frac{lg \frac{\lambda_2}{2\lambda_1} - \frac{1}{2}}{lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1}$$

för $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 10$ erhålla vi $a = 0.852$ och för $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = 100$, $a = 0.946$. Vi se sålunda, att oaktadt ytan är $\frac{1}{4}$ af totala ytan, dock värmeströmmen utgör i förra fallet 85 %, i senare 95 %. Häraf framgår, att värmeströmmen förnämligast äger rum i delar af ytan omkring tangeringspunkterna och detta gäller äfven för ett mångdubbelt lager kulor, i hvilket värmets fortplantning i visst afseende påminner om vattnets sipprande genom en porös vägg. Vid beräkningen af värmets öfvergång från en kula till en annan, kunna de tidigare härledda formlerna utan vidare användas. Härvid motsvarar ett temperaturfall af $2 \Delta t$ mellan klotens medelpunkter ett temperaturfall af Δt i det första skiftet från den ledande ytan till klotens medelpunkter. Emedan hvarje klot har 3 tangeringspunkter, hvilka befordra värmen vidare till följande skikt, så motsvarar ett temperaturfall af $\frac{2}{3} \Delta t$ i de inre skikten ett temperaturfall Δt i de yttersta till plattorna A och B angränsande skikten. Är antalet skikt n och temperaturfallet i det första skiktet från tangerings- till medelpunkten Δt, samt temperatur-differensen mellan plattorna A och B $t_2 - t_1$ erhålles

$$t_2 - t_1 = 2 \Delta t + \frac{2}{3} \Delta t (n - 1)$$

Afståndet l mellan plattorna, uttryckt i n och r, är

$$l = 2r + \frac{2r\sqrt{2}}{\sqrt{3}}(n-1).$$

Tages värdet på $n-1$ ur den senare ekvationen och insättes i den förra erhålles

$$\triangle t = \frac{(t_2 - t_1)\sqrt{6}\, r}{l + 2.898\, r}.$$

Den värmemängd, hvilken strömmar genom ytenheten under tidsenheten är följaktligen

$$q = \left[\frac{\pi \lambda_1 \lambda_2}{\sqrt{3}\,(\lambda_2 - \lambda_1)} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\} + 0.0931\, \lambda_1 \right] \frac{(t_2 - t_1)\sqrt{6}}{l + 2.898\, r}$$

och lagrets värmeledningskoefficient

7 $$\lambda_3 = \frac{\sqrt{6}}{\left(1 + 2.898 \frac{r}{l}\right)} \left\{ \frac{\pi \lambda_1 \lambda_2}{\sqrt{3}(\lambda_2 - \lambda_1)} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\} + 0.0931\, \lambda_2 \right\}.$$

Då λ_1 växer och närmar sig λ_2, räta också värmestömmarna ut sig och gå i gränsfallet $\lambda_1 = \lambda_2$ vinkelrätt mot ytorna A och B. I fall temperaturdifferensen mellan tvänne på hvarandra följande lagers medelpunkter hela tiden förblifver konstant, kommer temperaturgradienten att växa i förhållandet 1 till $\frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}}$. Vi böra därför ytterligare multiplicera värmeledningskoefficienten med faktorn

$$1 + \left(\sqrt{\frac{3}{2}} - 1\right)\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

och erhålla sålunda för värmeledningskoefficienten värdet

8 $$\lambda_3 = \frac{\sqrt{6}\left(1 + 0.15\frac{\lambda_1}{\lambda_2}\right)}{1 + 2.898\frac{r}{l}}\left\{\frac{\pi\lambda_1\lambda_2}{\sqrt{3}(\lambda_2 - \lambda_1)}\left\{\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg\frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1\right\} + 0.0931\lambda_1\right\}$$

hvilken formel gäller, ifall λ_2 är stor i förhållande till λ_1.

§ 8. I fall λ_1 föga afviker från λ_2 förlora kontaktställena fullkomligt sin betydelse, hvarför också temperaturfallet blir oberoende af dem. På grund häraf kunna vi för detta fall använda den tidigare härledda närmelseformeln (6 a)

9 $$\lambda_3 = \lambda_1 + \frac{\pi(\lambda_2 - \lambda_1)}{3\sqrt{3}}$$

§ 9. Med tillhjälp af formlerna (8) och (9) kunna vi beräkna värmeledningsförmågan hos lager af kulor i olika medier, såsom t. ex. luft eller vatten, d. v. s. för fullkomligt torra och fullständigt mättade lager. För lager däremot, hvilka innehålla både luft och vatten, kunna ofvannämnda formler icke användas. Återgå vi likväl till likheterna (1 a) och (3 a), kunna vi lätt erhålla uttryck, som tillåta oss att ganska noga beräkna värmeledningsförmågan äfven i detta fall.

Vi antaga att kornen fuktas af vatten. Till följd af kapillär-krafterna uppfyller fuktigheten förnämligast de kapillära delarna. Meniskernas form blir ganska komplicerad, emedan tyngdkraftens riktning i förhållande till meniskens normal varierar i alla tänkbara riktningar. Här kunna vi emellertid antaga, att vattnet i de kapillära mellanrummen begränsas af en cylinderyta, hvars höjd är y'. Vid beräkningen af värmeledningskoefficienten för ett lager kulor, som innehåller både vatten och luft återstår därför blott att integrera (1 a) och (3 a) mellan gränserna 0 och y_1, hvarvid λ_1 bör ersättas med vattnets värmeledningskoefficient λ_{10} samt mellan gränserna y_1 och r, då λ_1 har sin ursprungliga betydelse, af luftens värmeledningskoefficient, hvilken vi här för konformitetens skull beteckna med λ_{11}. Det allmänna uttrycket blir följande, i fall $y_1 = \frac{r}{n}$ och $\frac{r}{l} = 0$

$$10 \quad \lambda_3 = \sqrt{2}\left(1 + 0.15\,\frac{\lambda_{11}}{\lambda_2}\right)\frac{\pi\,\lambda_{10}\,\lambda_2}{(\lambda_2 - \lambda_{10})}\left\{\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_{10}}\,lg\,\frac{\lambda_{10} + \frac{1}{n}(\lambda_2 - \lambda_{10})}{\lambda_{10}} - \frac{1}{n}\right\} +$$

$$\sqrt{2}\left(1 + 0.15\,\frac{\lambda_{11}}{\lambda_2}\right)\frac{\pi\,\lambda_{11}\,\lambda_2}{(\lambda_2 - \lambda_{11})}\left\{\frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_{11}}\,lg\,\frac{\lambda_2}{\lambda_1 + \frac{1}{n}(\lambda_2 - \lambda_{11})} - (1 - \frac{1}{n}\right\} +$$

$$0.0931\,\sqrt{6}\left(1 + 0.15\,\frac{\lambda_{11}}{\lambda_2}\right)\lambda_{11}.$$

§ 10. De för ett kullager härledda formlerna visa att värmeledningskoefficienten är oberoende af kulornas storlek. I de anförda uttrycken förekomma nämligen kulornas radier endast uti faktorn $1 + 2.898\,\frac{r}{l}$, hvilken försvinner i fall värmeledningskoefficienten reduceras till ett tillräckligt tjockt lager. Vidare visa de, att värmeledningskoefficienten är i hög grad beroende af lagrets fuktighetshalt. För att få ett koncisare begrepp härom, anföras här nedan, kolumn I, de beräknade värdena på torra och med vatten mättade lagers värmeledningskoefficienter för kulor, hvari λ_2 har värdena 0.08, 0.01 och 0.0015 och $\frac{r}{l}$ antages vara 0 samt $\lambda_{10} = 0.00143$ $\lambda_{11} = 0.000056$.

Tabell 1.

	$\lambda_2 = 0.08$		$\lambda_2 = 0.01$		$\lambda_2 = 0.0015$	
	$\lambda_3 \; \frac{\text{gr. kal}}{\text{grad. cm. sek.}}$					
	I	II	I	II	I	II
Lagret torrt	.00157	.00056	.00107	.00039	.00064	.00024
„ mättadt	.0205	.0074	.0099	.0036	.00147	.00147

Beräkna vi förhållandet mellan värmeledningskoefficienterna vid mättadt, λ_{30}, och vid torrt, λ_{31}, lager, erhållas följande tal (kolumn I)

Tabell 2.

λ_2 $\frac{\text{gr. kal}}{\text{grad. cm sek.}}$	$\frac{\lambda_{30}}{\lambda_{31}}$	
	I	II
0.08	13.1	13.2
0.01	9.3	9.3
0.0015	2.3	6.1

Ofvanstående bevisar fuktighetens stora betydelse för värmeledningsförmågan hos pulverformiga ämnen.

§ 11. Tills vidare har behandlats det fall, då kulorna äro lagrade så tätt som möjligt. Ett annat fall erbjuder också ett visst intresse. Det är, då en genom klotens medelpunkter gående vertikal och horisontal genomskärning af lagret har det utseende, som närstående figur antyder. I detta fall motsvaras hvarje tangeringspunkt mellan kloten och planet A icke af 3 tangeringspunkter, utan af blott en. Antalet kulor på ytan S är åter i detta fall

$$n = \frac{S}{4\,r^2}$$

och följaktligen är lagrets värmeledningskoefficient

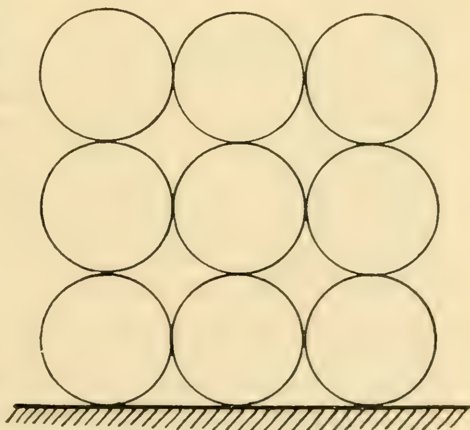


Fig. 2.

11 $$\lambda_3 = \frac{\pi \lambda_1 \lambda_2}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} \, lg \, \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\} + 0.215 \, \lambda_1.$$

I tabell 1 och 2, kolumn II, anföras för jämförelses skull värdena på λ_3, beräknade enligt ofvanstående formel för $\lambda_2 = 0.08$, 0.01 och 0.0015, samt förhållandet $\frac{\lambda_{30}}{\lambda_{31}}$. I verkligheten är lagringen, beroende af kulornas icke fullkomliga sferiska form och deras något afvikande storlek, ett mellanting mellan I och II. Värmeledningskoefficienterna i de båda fallen angifva alltså gränsvärdena, inom hvilka värmeledningskoefficienten för ett lager kulor i verkligheten faller. Ju fullkomligare kulorna äro och ju noggrannare de äro placerade i den stabila lagringen I, desto mera närmar sig lagrets värmekoefficient dess ideala värde.

§ 12. I föregående §§ har visats, att värmeledningskoefficienten för pulverformiga ämnen, hvilka bestå af homogena, sferiska och lika stora korn är oberoende af kornens radie. Man kan äfven antaga att de sferiska kornens radie, kontinuerligt tillväxer i en bestämd riktning. Värmeledningskoefficienten kan då föga afvika från densamma hos ett lager med lika korn. Är däremot skilnaden i storleksordning mellan kornen på närbelägna orter mycket stor, måste detta betydligare inverka på lagrets ledningskoefficient. Vi kunna precisera våra begrepp genom att antaga, att stora klot finnes inbäddade här och där i ett lager likadana små sferer. Lagrets värmeledningskoefficient måste under sådana förhållanden få en dragning åt klotens ledningskoefficient, hvars storlek beror af de inbäddade kornens storlek och mängd. Tänka vi oss det speciella fall, att de inbäddade stora kloten bilda ett jämnt lager och mellanrummen mellan dem äro uppfyllda af mycket små sinsemellan lika stora sferiska korn, inses lätt att värmeledningsförmågan hos detta lager erhålles, om i ofvanstående formler insättes för λ_1 värdet på ledningskoefficienten hos ett lager af de små kulorna.

§ 13. I fall kornens form är oregelbunden kunna ofvanhärledda formler icke tillämpas utan vidare. Vi kunna

emellertid, uppställa frågan, på hvad sätt ledningsförmågan hos ett sådant lager afviker från den hos ett lager kulor. Det framgår strax, att värmeledningsförmågan, måste vara mindre i det förra fallet, emedan kornens oregelbundna form icke tillåta en så intim beröring, som i det senare fallet. Lagringarna I och II kunna äfven här betraktas såsom gränsfall. Hos de olika kornen är denna afvikelse från ett klots ledningsförmåga mycket olika, men för hvarje pulverformigt ämne finnes alltid ett medelvärde, som angifver, huru stor afvikelsen i medeltal är från det motsvarande talet för klotformiga lika stora partiklar. Vi kunna altså tillämpa de för klotformiga partiklar härledda formlerna genom att tillägga två konstanter A och B hvarigenom uttrycket för lagrets värmekoefficient antager formen

12 $$\lambda_3 = A \left\{ \frac{\lambda_2}{\lambda_2 - \lambda_1} lg \frac{\lambda_2}{\lambda_1} - 1 \right\} + B . \lambda_1 .$$

§ 14. Vid den experimentella undersökningen af pulverformiga kroppars värmeledningsförmåga begagnade jag först en Christiansens apparat af vanlig konstruktion. Då det emellertid visade sig vara omöjligt att med den erhålla säkra värden, omändrades den så till vida, att luft förhindrades samla sig under den nedre plattan, att temperaturen i hvardera behållarena öfverallt blef densamma, hvilket ernåddes genom omblandare samt att afståndet mellan den mellersta och öfre kopparplattan lätt kunde fixeras och uppmätas. En effektiv blandning hindrade äfven i hufvudsak bildningen af stagnerande vattenskikt invid kopparytorna i behållarena. En närmare beskrifning af apparaten finnes publicerad under titeln: Undersökning af den Christiansenska apparaten för värmeledningsundersökningar [1]), hvarför jag underlåter att här närmare beskrifva den, utan hänvisar till ofvannämda uppsats.

§ 15. Anordningarna vid försöken voro i hufvudsak följande: Från vattenledningen förde ett kopparrör A till

---

[1]) Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societ. Förhandl. L, T 1908 – 1909. Afd. A N:o 7.

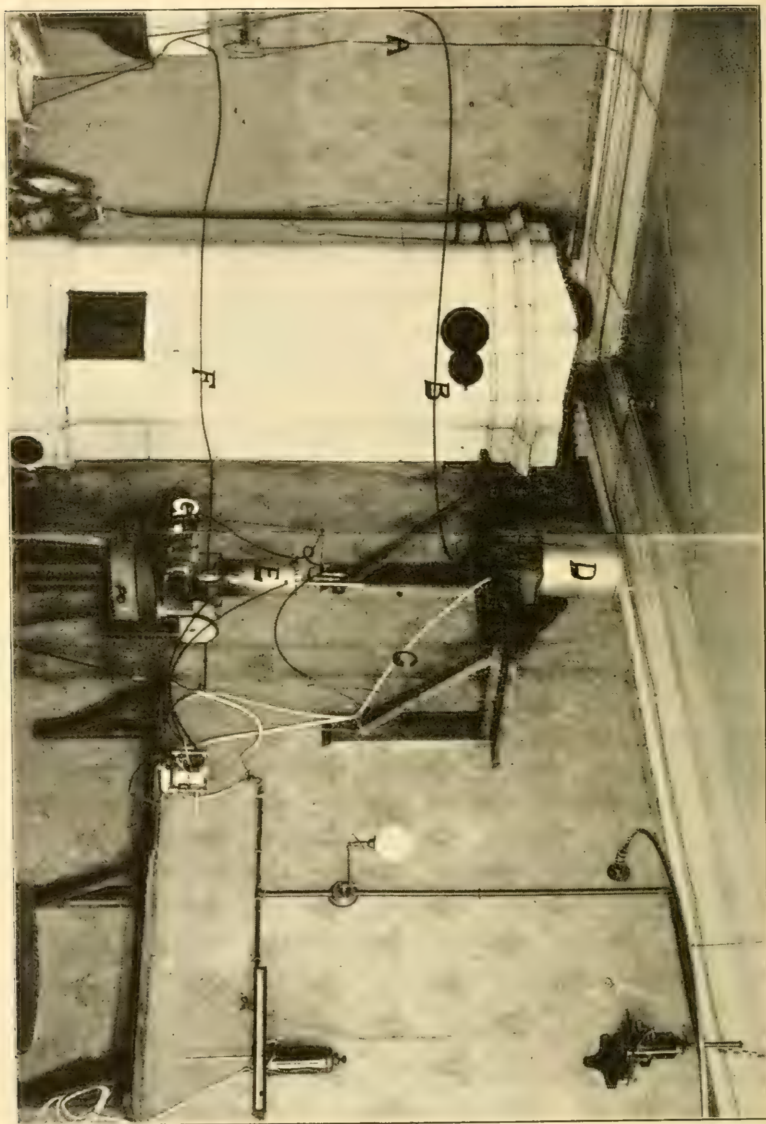


Fig. 3.

tryckregulatorn *D*, i hvilken vattnet med tillhjälp af aflopps-röret *B* ständigt hölls på röröppningens nivå. Röret *C* förde vattnet till apparatens nedre behållare, hvarifrån vattnet leddes till uppvärmningsapparaten *E*. Det i dennas bly-

spiraler uppvärmda vattnet strömmade sedan till öfre behållaren och därifrån genom röret *F* till vattenledningens afloppsbehållare. En $\frac{1}{32}$ hästkrafts motor *G* dref uppvärmningsapparatens och de båda till den Christiansenska apparaten hörande blandarna.

Temperaturen i vattenledningsvattnet höll sig noga konstant, ofta till och med i dygntal. (Observationerna gjordes i ett rum i bottenvåningen). Genom rumvärmens inflytande visade temperaturen hos vattnet i den nedre behållaren stundom en svag tendens att stiga, hvilket dock till största delen kunde motverkas genom rikligare vattentillförsel till tryck-regulatorn.

För att hålla temperaturen i uppvärmningsapparaten konstant användes en vanlig toluol-termo-regulator. Ehuru denna icke funktionerade fullkomligt väl, erhölls dock, efter en stunds väntan vid hvarje försök, en ganska konstant temperatur, i regeln inom 0.1°. Då vattnet i uppvärmningsapparatens blyspiraler genom det konstanta trycket erhöll en konstant hastighet, var dess i uppvärmningsapparaten erhållna temperatur-ökning äfven konstant. Temperaturen i den öfre kopparplattan var sålunda ofta under hela tiden ett försök varade strängt konstant. Som uppvärmningslampa användes en s. k. „Specksteinsbrenner".

Hastigheten hos blandarne kunde genom lämpliga lampmotstånd regleras så att blandningen blef fullt effektiv, utan att man behöfde befara, att ställen utan vatten rakt under blandarnas axlar skulle bildas genom den häftiga rotationen.

Genom de ofvan anförda anordningarna, kan det antagas, att temperaturen i de båda yttre kopparplattorna i hela deras utsträckning [1]) höll sig konstant, och att sålunda de teoretiska förutsättningarna voro realiserade så noggrant sådant öfverhufvud kan utföras.

Som komparationsskikt användes en planslipad glasplatta af 2.5 mm tjocklek fästad mellan den nedre och mel-

---

[1]) *Hugo Karsten:* Undersökning af den Christiansenska apparaten l. c. p. 12.

lersta kopparplattan medelst en blandning af vax och colofonium.

Temperaturdifferenserna mellan kopparplattorna uppmättes medelst koppar-konstantan termoelement och en Siemens & Halskes Deprez-d'Arsonval galvanometer. Det rörliga systemets motstånd var ungefär 275 ω, galvanometerns känslighet cirka 5.10^{-10} ampère vid 1.5 m skal-afstånd. Afläsningen var objektiv, hvarvid användes en Siemens & Halskes vertikal-afläsningsinrättning med prisma, lins och planspegel.

Den till termoelementen hörande omkopplingsapparaten var af koppar för att förhindra störande termoströmmar. Utslagen togos alltid åt samma sida. De båda termoelementen, hvilkas ena lödställe var gemensamt, befunnos vid komparation öfverensstämma med hvarandra inom observationsfelens gränser, 1 mm utslag motsvarade 0.1409° C.

Temperaturerna i kopparplattorna uppmättes dessutom direkt medelst termometrar indelade i $\frac{1}{5}^{\circ}$, tillverkade af R. Fuess i Berlin. Kvicksilfverreservoirens diameter var mindre än 2 mm; dess längd uppgick till c. 40 mm. Dessa termometrar komparerades med en normal-termometer, hvars korrektioner voro reducerade till vätgas-termometern. Användandet af termometrar jämte termoelement afsåg främst att bekvämt erhålla det undersökta lagrets medeltemperatur, men äfven i viss mån att kontrollera de med termoelementen erhållna värdena. Hvad beträffar användandet af termometrar vid den Christiansenska apparaten, hänvisar jag till min tidigare citerade afhandling p. 13.

§ 16. Den allmänna gången af arbetet var följande: Sedan det lager, som skulle undersökas blifvit iordningställdt, och de tre klämskrufvarna, som förbinda den öfre och nedre behållaren med hvarandra, fastskrufvade samt blandarna satta igång, afvaktades den tidpunkt, då temperaturen i uppvärmningskärlet blifvit konstant. Härefter uppmättes temperaturerna i vattenledningsvattnet och i uppvärmningsapparaten, termoelementen samt termometrarna insattes i sina respektive hål, hvarefter galvanometerutslagen och termometrarna aflästes turvis. Under försökets gång

kontrollerades, att temperaturen i uppvärmningsapparaten icke förändrat sig i afsevärd grad.

Iordningställandet af ett försök och dess utförande tog i allmänhet 1 à 2 timmar i anspråk. Självfva observationerna gjordes på c. 10 minuter.

§ 17. Teorin för den Christiansenska apparaten har tidigare behandlats utförligt både af C. CHRISTIANSEN,[1]) A. WINKELMANN[2]) och andra.

Emedan de teoretiska förutsättningarna i här beskrifna försök voro så noggrannt som möjligt realiserade, beräknades värmeledningsförmågan hos det undersökta lagret enligt formeln

13 $$\lambda_2 = \frac{\lambda_1 e_2 u_1}{e_1 u_2} = \lambda_1 \cdot \frac{e_2}{e_1} \cdot U_{12},$$

hvari λ_2 och e_2 äro det undersökta lagrets värmeledningsförmåga och tjocklek, u_2 temperaturfallet i detta lager uttryckt i skaldelar, samt λ_1, e_1 och u_1 motsvarande tal för komparationsskiktet.

Om vi på samma sätt uppmäta temperaturfallen vid användandet af ett lager, hvars värmeledningsförmåga vi känna, kunna vi lätt uttrycka λ_2 i absoluta enheter. Vi erhålla nämligen, om de till detta tredje lager hörande storheterna betecknas med λ_3, e_3 och u_3,

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_3 \cdot e_1 \cdot u_3}{e_3 \cdot u_1} = \frac{\lambda_3 \cdot e_1}{e_3} \cdot \frac{1}{U_{13}},$$

hvaraf erhålles

14 $$\lambda_2 = \lambda_3 \cdot \frac{e_2}{e_3} \cdot \frac{U_{12}}{U_{13}}.$$

§ 18. För att uttrycka λ_1 i absoluta enheter, användes vatten, hvars värmeledningsförmåga som bekant blifvit un-

---

[1]) *C. Christiansen,* Einige Versuche über die Wärmeleitung. Wied Ann. XIV. 24. 1881.

[2]) *A. Winkelmann,* Wärmeleitung der Gase. Wied. Ann. XXIX 70. 1886.

dersökt af ett flertal forskare såsom LUNDQVIST [1]), A. WINKELMANN [2]), C. CHREE [3]), R. WACHSMUTH [4]), S. R. MILNER, A. P. CHATTOCK [5]), R. WEBER [6]) och CH. LEES [7]).

För vattnets ledningsförmåga har här antagits *Millner* och *Chattocks* värde $\lambda = 0.00143 \frac{\text{gr. kal.}}{\text{grad. cm sek.}}$. Temperaturkoefficienten har lämnats obeaktad, emedan denna är ganska liten och det ofvan antagna värdet icke alldeles säkert fastslaget.

Vid bestämmandet af λ_1 användes ett 4 mm lager destilleradt vatten. Resultatet anföres här nedan.

Tabell 3.

Tv vattenledningsvattnets temperatur, *Tu* uppvärmningsapparatens temperatur, $\frac{t_1 + t_2}{2}$ medeltemperaturen hos glasplattan, $\frac{t_2 + t_3}{2}$ vattenlagrets medeltemperatur.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1 + t_2}{2}$	$\frac{t_2 + t_3}{2}$	u_1 mm	u_3 mm	U_{13}
15. III 1910	1.7	17.7	6.2	12.7	31.9	54.9	0.581
„ „ „	1.7	17.3	6.3	12.3	32.6	52.7	0.619
16. „ „	1.52	21.59	7.2	15.0	44.0	75.4	0.584
„ „ „	1.40	22.06	6.9	15.1	44.6	76.2	0.585
„ „ „	1.41	22.75	7.6	16.2	45.8	76.1	0.602

---

1) *Lundqvist*, Upsala Universitetets årsskrift 1. 1869.
2) *A. Winkelmann*, Pogg. Ann. 153. 481. 1874.
3) *C. Chree*, Phil. Mag. 24. 1. 1887.
4) *R. Wachsmuth*, Wied. Ann. 48. 158. 1893.
5) *A. P. Chattock*, Phil. Mag. 48. 46. 1899.
6) *R. Weber*, Drudes Ann. 11. 1047. 1903.
7) *Ch. Lees*, Phil. Trans. 191. 399. 1898.

Medelvärdet af U_{13}

$$U_{13} = 0.594$$

har i det följande användts vid beräkning af de undersökta lagrens värmeledningsförmåga.

§ 19. Beräkna vi af ofvananförda observationer sannolika felet för hvarje enskild observation samt för medeltalet, härvid lämnande ledningsförmågans temperaturkoefficienter både hos glas och vatten obeaktade, hvarigenom de beräknade felen utfalla litet för stora, erhålla vi för hvarje enskild observation

$$\varepsilon = 0.010$$

och för medeltalet

$$\varepsilon = 0.0045$$

§. 20. För att undersöka värmeledningsförmågan i pulverformiga ämnen, då partiklarna äro klotformiga, begagnade jag mig af de finaste hagel, som finnas tillgängliga i handeln samt af glaspärlor. Haglen togos från C. Liljefors i Uppsala och undersöktes följande sorter: svenska hagel N:o 00 och N:o 0 samt engelska D. Diametern var hos N:o 00 c. 1.0 mm, hos N:o 0 1.8 mm och hos D-hageln 1.34 mm. Glaspärlorna införskrefvos genom fiman Jahn, Stockholm och voro nästan fullkomligt sferiska med en diameter af vidpass 0.65 mm. Storleken hos de olika hagelkornen och glaspärlorna afveko i allmänhet mindre än 0.02 mm från medelvärdet.

Vid undersökningen af det inflytande, som kulornas storlek har på värmeledningsförmågan, användes blott haglena N:o 00 och N:o 0, emedan de voro af samma fabrikat och sålunda antagligen hade samma sammansättning.

Tabell 4.

Svenska hagel N:o 00 [1])

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_2+t_3}{2}$	e_2 cm	U_{12}	λ_1 $\frac{\text{gr kal.}}{\text{cm sek. grad}}$	Anmärkningar
						.000	
23 IV 1908	c. 7	c. 80	c. 13.5	.370	.348	78	
24 „ „	c. 5	c. 81	c. 13	.447	.310	83	
„ „ „	c. 5	c. 83	c. 13	.497	.284	85	
23 V „	c. 6	c. 67.5	c. 13	.378	.333	76	
26 „ „	c. 6	c. 66.6	c. 13	.475	.280	80	
„ „ „	c. 6	c. 66.6	c. 13	.467	.275	77	

Tabell 5.

Svenska hagel N:o 0 [1])

Datum	Tv	Ta	$\frac{t_2+t_3}{2}$	e_2 cm	U_{12}	λ_2 $\frac{\text{gr kal.}}{\text{cm sek. grad}}$	Anmärkningar
						.000	
26 V 1908	c. 6	c. 66.5	c. 13	.344	.331	68	
27 „ „	c. 6	c. 67	c. 13	.348	.315	66	
„ „ „	c. 6	c. 67	c. 13	.345	.324	67	
„ „ „	c. 6	c. 69.5	c. 13	.500	.238	72	

Det framgår af ofvanstående tal att värmeledningskoefficienterna något afvika från hvarandra. Men härtill bidrager icke allenast observationsfel och svårigheten att erhålla kompakta lager, utan äfven den omständigheten, att värmeledningskoefficienterna icke äro reducerade till mycket tjocka lager d. v. s. faktorn $1 + 2.898 \frac{r}{l}$ icke är öfverallt den-

[1]) Observationerna utförda i Uppsala med samma apparat och under ungefär samma anordningar.

samma. För att erhålla värden som kunna kompareras med hvarandra, måste vi utföra reduktionen. De reducerade medelvärdena blifva

Tabell 6.

Radie m. m.	λ_3 $\frac{\text{gr kal.}}{\text{cm sek. grad}}$
0.5	0.00106
0.9	0.00114

Häraf framgår, att värmeledningsförmågan hos lager af kulor äro beroende af de klotformiga partiklarnas diameter i öfverensstämmelse med teorin.

§ 21. För att bestämma fuktighetens inflytande på värmeledningsförmågan hos lager af kulor undersöktes engelska hagel „*D*“ och glaspärlorna, först ett fullkomligt torrt lager, därpå ett alldeles mättadt.

Under rubriken λ_3 „uppmätt“ angifves värmeledningsförmågan hos det undersökta lagret sådant det erhålles ur observationerna, under λ_3 „reduceradt“ det enligt ofvan angifna förfaringssätt för faktorn $1 + 2.898 \frac{r}{l}$ reducerade. Under rubriken λ_3 „beräknadt“ åter anföras de enligt formlerna (8) och (9) (den senare har användts endast vid det mättade glaspärlslagret) beräknade värdena på λ_3 under antagande af följande värden för kulornas och mediets värmeledningskoefficienter: luft $\lambda_1 = 0.000056$, vatten $\lambda_1 = 0.00143$, blyhagel $\lambda_2 = 0.08$, glaspärlor $\lambda_2 = 0.0015$.

Af de anförda talen framgår, att öfverensstämmelsen mellan teori och försök är den allra bästa, isynnerhet då man besinnar, att värmeledningsförmågan varierar mellan mycket vida gränser, hos hagellagret mellan 0.00133 och 0.0134, hos glaspärl-lagret mellan 0.000472 och 0.00157.

Tabell 7.

Engelska hagel „*D*".

Datum	*Tv*	*Tu*	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	e_2 *mc*	U_{12}	λ_3 gr. kal. cm^{-1} $sek.^{-1}$ $grad^{-1}$ Uppmätt	Reducerad	Beräknad	Anmärkningar
							.00	.0	.0	
6 V 1910	9.7	22.1	11.2	16.7	.538	.303	098	0133	0157	Lagret torrt
„ „ „	9.4	22.2	14.5	19.2	.507	3.17	967	134	205	„ mättadt med vatten

Tabell 8.

Glaspärlor.

Datum	*Tv*	*Tu*	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	e_2 *cm*	U_{12}	λ_3 gr. kal. cm^{-1} $sek.^{-1}$ $grad^{-1}$ Uppmätt	Reducerad	Beräknad	Anmärkningar
							.00	.00	.00	
10 VI 1908	c. 6°	c. 73°	—	—	.464	.141	0394	0472	0645	Lagret torrt
„ „ „	c. 6°	c. 63°	—	—	.464	.564	157	157	147	„ mättadt med vatten

§ 22. Vid den teoretiska behandlingen af det fall, då ett pulverformigt ämne består af klotformiga, likastora homogena partiklar, har visats, att ledningsförmågan är oberoende af klotens radie. Detta resultat har bekräftats på hagel af olika diametrar, och har öfverensstämmelsen mellan teori och försök varit rätt god. Det vore af intresse, att undersöka, huruvida dessa resultat utan vidare låta tillämpa sig på de naturliga pulverformiga ämnena såsom *tx.* torr sand af olika groflek, hvilkas korn hafva de mest afvikande former.

För att erhålla sand af olika groflek, användes en vanlig sikt, hvars masknät genomsläppte korn af de 4 olika groflekarna 0.1, 0.25, 0.50 och 1.00 mm.

Sanden som kom till användning (den hade tidigare användts vid Professor RINDELLS kärlförsök i Mustiala år 1897) var icke ren kvartssand, utan uppblandad med fältspat. Genom slamning var den befriad från lera. Siktningen förorsakade möjligen, att de olika mineralens procentiska förhållande till hvarandra förändrades, hvilken omständighet i viss mån influerar på resultaten. Lagrets tjocklek var hela tiden 3.5 mm.

Tabell 9.

Groflek 0.5—1.0 mm.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	U_1	U_2	U_{12}
15 IV 1909	1.0	33.9	5.5	19.8	37.8	174.8	0.216
» » »	1.0	37.2	5.8	21.6	39.9	190.4	0.210

Tabell 10.

Groflek 0.25—0.5 mm.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	U_1	U_2	U_{12}
15 IV 1909	1.0	38.3	6.5	22.3	40.1	190.2	0.211
19 » »	1.1	36.6	6.4	21.6	41.2	185.7	0.222

Tabell 11.

Groflek 0.0—0.25 mm.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	U_1	U_2	U_{12}
19 IV 1909	1.0	36.4	5.9	21.4	40.6	191.7	0.212
20 „ „	1.1	36.4	6.5	22.0	38.6	188.8	0.202

Medeltalen för de olika groflekarna lämna oss de relativa talen

Tabell 12.

Sandens groflek mm.	U_{12}
0.0 —0.25	0.207
0.25—0.50	0.216
0.50—1.0	0.213

Emedan U_{12} är vid lika tjocklek af skikten proportionell mot lagrets värmeledningsförmåga, se vi af dessa tal, att sandens groflek icke inverkar på dess ledningsförmåga, ett resultat, som är af rätt stor betydenhet.

Beräkna vi den absoluta ledningsförmågan för torr sand enligt den ofvan anförda formeln, erhålla vi värdena

Tabell 13.

Sandens groflek mm.	λ_3 $\frac{\text{gr cal}}{\text{cm sek. grad}}$
0.0 —0.25	0.00044
0.25—0.50	0.00046
0.50—1.0	0.00045

§ 23. Det är emellertid klart, att värmeledningsförmågan hos torra pulverformiga ämnen med korn af oregelbunden form icke är konstant. Kornen kunna lagra sig mer eller mindre tätt och måste denna omständighet inverka på ledningsförmågan. En sådan förtätning af ett pulverformigt lager kan enklast ernås genom sammanpressning, hvarvid dock de små partiklarnas söndersmulning spelar en icke obetydlig roll. Att ledningsförmågan vid sammanpressning skall tilltaga, då kornens ledningsförmåga alltid är större än luftens, det medium i hvilket vi hela tiden tänka kornen insänkta, är naturligt.

Vid en undersökning af här berörda omständigheter, möter man strax svårigheten, att med måttliga krafter, sådana, som kunna användas vid en Christiansens apparat kunna erhålla en afsevärd sammanpressning. Vid de här nedan anförda försöken ernåddes icke heller någon synnerlig stark sammanpressning, men var den dock tillräcklig, att man på grund däraf kan beräkna tryck-koefficienten för värmeledningsförmågan.

§ 24. En annan omständighet, som icke heller alldeles bör lämnas obeaktad, är frågan om icke allenast kornens, utan äfven glasskifvans, med hvilken komporation göres, värmeledningsförmåga genom trycket undergå någon förändring. Som bekant har ju också H. de Senarmont [1]) trott sig finna en ökning af värmeledningsförmågan hos flere ämnen såsom porslin, glas och kvarts i en mot trycket vinkelrät riktning. Senare har åter C. H. Lees [2]) funnit en ökning af värmeledningsförmågan hos granit, glas, marmor och ebonit i tryckets riktning. Nyligen har A. Badior [3]) upptagit saken till förnyad undersökning och funnit, att de tidigare gjorda iakttagelserna berott på störande biomständigheter, samt att ledningsförmågan icke förändras med trycket. Vi kunna därför här lämna dessa omständigheter obeaktade.

---

1) *H. de Senarmont*, Pogg. Ann. 76. 118. 1849.

2) *C. H. Lees*, Memoires of the Manchester society 43. 1898—1899 Fortschr. der Physik 55. 405 1899.

3) *A. Badior*, Ann. der Physik 31. 737. 1910.

§ 25. För att uppmäta sammanpressningens storlek uttogs efter hvarje försöks slut en cirkelformig skifva af lagret med tillhjälp af ett cylinderformigt kärl med skarpt slipade kanter. Dess genomskärning var strängt cirkelformig och var dess radie 4.0 cm. Vid bottnet hade kärlet ett hål, hvarigenom luftens sammanpressning i kärlet vid uttagandet af profvet förhindrades. Sedan den cirkelformiga profskifvan blifvit med säker hand afskuren, samlades raskt och fullständigt resterna af lagret utanför kärlet, hvarefter detta upplyftes och profskifvan hopsamlades och vägdes. Vägningen skedde på c. 1 mgr. när, en för detta ändamål tillräcklig noggrannhet.

Tabell 14.

Fin rödaktig sand, groflek 0.0—0.1 mm.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	massa $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.grad}$	Anmärkningar
								.000	
4 IV 1910	2.4	18.2	4.9	11.3	1.571	.501	.163	49	
„ „ „	2.5	18.2	5.3	11.4	1.637	.480	.186	54	Föregående lager sammanpressadt
5 „ „	1.8	24.4	4.8	14.9	1.524	.480	.156	45	
„ „ „	1.8	25.2	4.5	14.8	1.592	.535	.144	46	

Tabell 15.

Sand, groflek 0.25—0.50.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{3}$	massa $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 *km*	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.grad}$	Anmärkningar
								.000	
7 IV 1910	1.9	24.4	5.0	14.8	1.520	.500	.164	49	
„ „ „	1.9	24.6	5.3	15.0	1.584	.480	.178	54	Föregående lager sammanpressadt
„ „ „	1.9	24.6	5.2	14.9	1.572	.500	.157	47	

Ofvan anförda tal visa, att värmeledningsförmågan tilltager med sammanpackningen lineärt, ty framställas resultaten grafiskt, framgår, att de gruppera sig tätt omkring två linjer, hvilka föga afvika från hvarandra. De två undersökta profven voro tagna från två olika sandsorter, hvarför afvikelsen i deras värmeledningsförmåga mera är att betrakta som en följd af kornens i de två profven olika värmeledningsförmåga än en följd af deras olika groflek.

Beräkna vi förhållandet mellan förändringen i värmeledningsförmåga och ökning i volymvigt, erhålles

		$\frac{\triangle \lambda}{\triangle M}$
Fin sand	0.0—0.1	0.00078
Grof „	0.25—0.50	0.00070

§ 26. Såsom redan påpekats, är det rätt svårt att med måttliga krafter sammanpressa ett sandlager. Detta låter sig däremot mycket lättare göra med ett ämne af mindre hållfasthet såsom glas. För den skull krossades en glasplatta, hvars värmeledningsförmåga tidigare blifvit bestämd och sönderstöttes därpå bitarna i en mortel. Det sålunda erhållna glaspulvret siktades därpå på vanligt vis. [1])

Tabell 16.

Glaspulver, groflek, 0.0—0.5 mm.

Datum	Tv C°	Tu C°	$\frac{t_2+t_3}{2}$ C°	$\frac{\text{Massa}}{\text{cm}^3}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{\text{gr kal}}{\text{cm sek. grad}}$	Anmärkningar
							.000	
21 V 1908	c. 6	c. 68	c. 13.5	1.396	.185	.249	28	
25 „ „	c. 6	c. 68	c. 13.6	1.256	.150	.272	25	
„ „ „	c. 6	c. 67.3	c. 13.6	1.346	.140	.323	27	Föregående lager sammanpressadt
„ „ „	c. 6	c. 67.7	c. 13.6	1.406	.134	.355	29	„ „ „

[1]) Denna undersökning gjordes våren 1908 vid Uppsala Fysikaliska Institution. Anordningarna voro i hufvudsak, som här beskrifvits, och finnas närmare relaterade i min tidigare citerade afhandling.

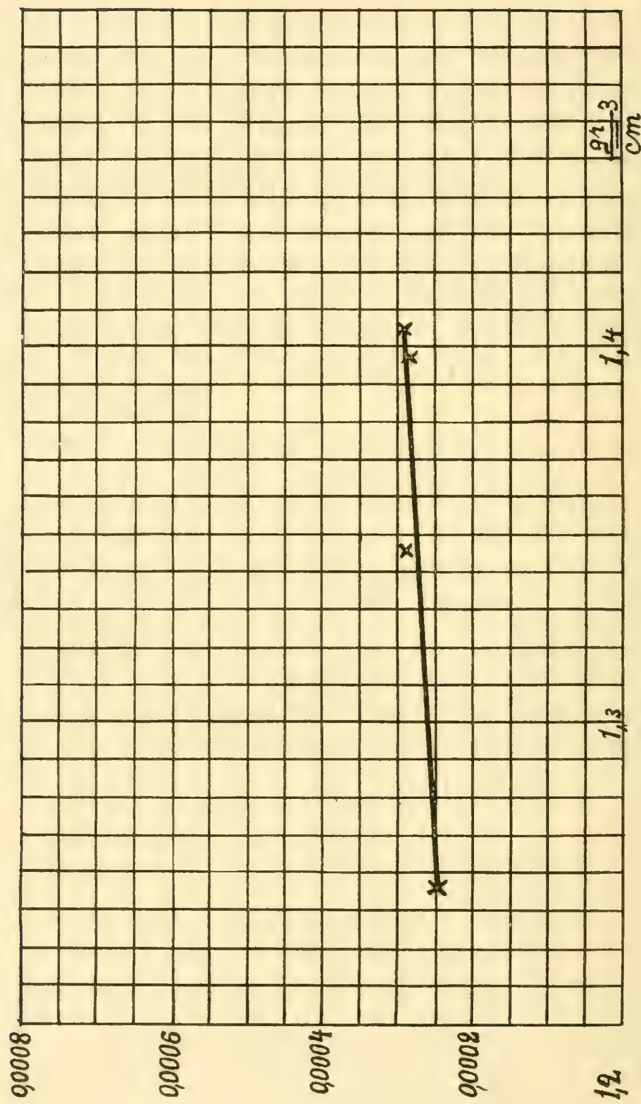


Fig. 4.

Afven här visar den grafiska framställningen, att resultaten gruppera sig om en rät linie med svag lutning mot täthetsaxeln

Förhållandet $\frac{\triangle \lambda}{\triangle M}$ får här värdet

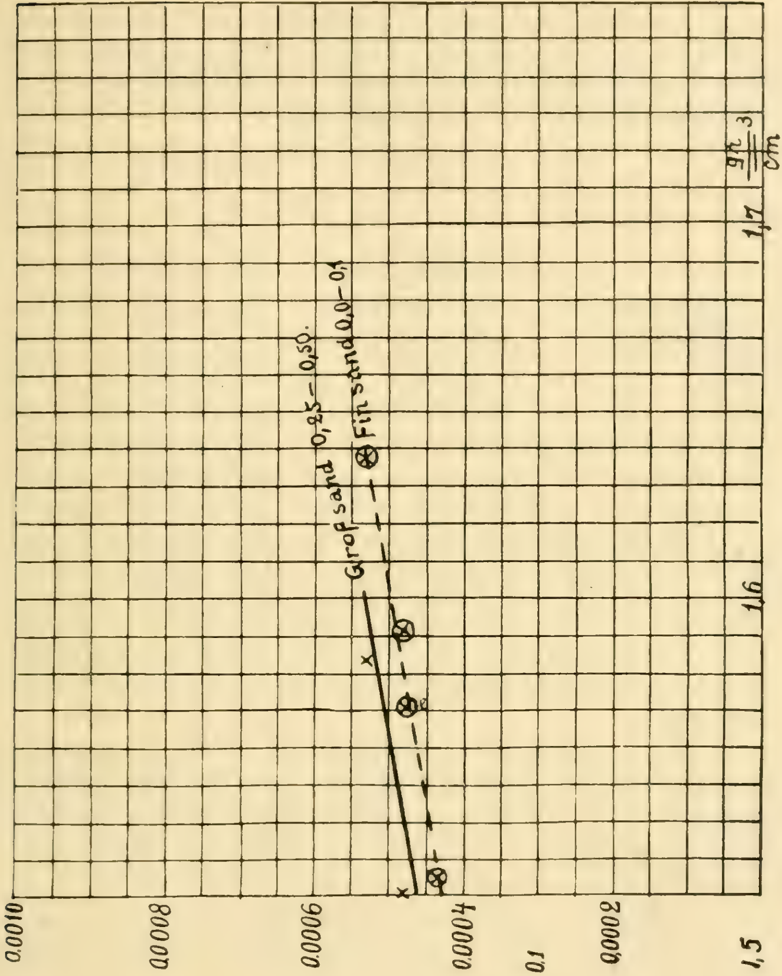


Fig. 5.

$$\frac{\triangle \lambda}{\triangle M} = 0.00025,$$

hvilket tal öfverensstämmer med de tidigare erhållna, då man betänker att glasets värmeledningsförmåga är c. 4 à 5 gånger mindre än sandkornens.

§ 27. Fuktighetens stora betydelse för värmelednings förmågan hos pulverformiga ämnen synes icke hafva blifvit tillräckligt uppskattad. MITSCHERLICH[1]) uppställer för värmeledningsförmågan vid fuktig sand formeln

$$k = 0.000006\,x - 0.00151$$

hvarvid x uttrycker fuktighetshalten i procent af hålrummen mellan sandkornen. Enligt denna formel skulle värmeledningsförmågan hos sand variera mellan gränserna 0.00151 och 0.00211. För torr sand hafva vi emellertid funnit värdet $\lambda_2 = 0.0005$ och vid den teoretiska behandlingen har visats att värmeledningsförmågan hos torra och fuktiga pulverformiga ämnen varierar inom mycket vida gränser. För att kontrollera de teoretiska resultaten gjordes en ingående undersökning med fin rödaktig sand, groflek 0.0—0.1 mm, gröfre sand, groflek 0.25—0.5 mm, vanlig jord, sandhaltig jord och torfjord. De 3 senare profven voro uttagna från försöksfälten å Ånäs agrikultur-ekonomiska försöksanstalt, de två förstnämnda åter voro desamma som tidigare blifvit omnämnda.

Gången af försöken var följande: Profvet blandades mycket väl med en lämplig kvantitet destilleradt vatten, så att fuktigheten öfverallt var densamma. Därefter utbreddes lagret, hvarvid det ofta var rätt svårt att erhålla ett tillräckligt homogent lager. Sedan ett sådant erhållits, sattes öfre behållaren på sin plats, klämskrufvarna fastskrufvades, och blandarena sattes igång. Med mätskrufvarna uppmättes därpå lagrets tjocklek.

Sedan observationerna på öfligt sätt blifvit utförda, upplyftes den öfre behållaren, en profskifva afskiljdes, hopsamlades raskt och uppvägdes i en med en glasskifva öfvertäckt porslinsskål. Därpå torkades lagret på ett sandbad af c. 60—80° C temperatur och vägdes ånyo.

---

[1]) *E. A. Mitscherlich,* Bodenkunde fur Land- und Forstwirte. Berlin 1905. 240.

Tabell 17.

Fin rödaktig sand, groflek 0.0—0.1 mm.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1 + t_2}{2}$	$\frac{t_2 + t_3}{2}$	Torr vikt $\frac{cm^3}{gr}$	Fukt $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.\ grad}$	Anmärkningar
									.00	
21 III 1910	1.8	23.4	8.0	16.4	1.412	.080	.400	.689[1]	170	
„ „ „	1.9	24.9	9.5	17.8	1.488	.248	.407	.794[1]	194	
„ „ „	1.8	25.6	10.9	18.8	1.6?	.362	.400	1.405	338	Lagret häftade fast vid öfre plattan, hvarför hela lagret uppsamlades. Torr vikt pr cm³ därför något osäker.
24 „ „	1.6	16.8	6.3	11.9	1.681	.293	.450	.985	267	
5 IV „	1.6	25.2	4.5	14.8	1.592	—	.535	.144	046	
6 „ „	1.9	23.4	7.0	15.7	1.181	.087	.500	.547	165	
„ „ „	1.8	24.5	8.4	17.1	1.374	.174	.500	.767	231	
„ „ „	1.8	24.6	9.9	18.2	1.427	.444	.500	1.294	389	Lagret mättadt med frukt.

Tabell 18.

Grof sand, groflek 0.25—0.5 mm.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1 + t_2}{2}$	$\frac{t_2 + t_3}{2}$	Torr vikt $\frac{cm^3}{gr}$	Fukt $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.\ grad}$	Anmärkningar
									.00	
26 III 1910	1.8	16.9	6.3	12.0	1.494	.100	.417	.796	200	
„ „ „	1.8	17.8	6.5	12.4	1.471	.204	.501	.588	177	
1 IV „	2.2	25.2	8.6	17.2	1.346	.159	.500	.507	153	
2 „ „	1.7	16.6	5.0	11.0	1.366	.084	.500	.540	162	
„ „ „	1.7	16.7	6.0	11.6	1.461	.227	.500	.775	233	
„ „ „	1.7	17.6	6.5	12.1	1.438	.396	.500	1.369	412	
7 „ „	1.9	24.6	5.2	14.9	1.572	.000	.500	.157	047	Lagret mättadt med fukt.

[1]) Uppmätt med termometrar.

Tabell 19.

Lerjord.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	Torr vikt $\frac{cm^3}{gr}$	Fukt $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.\ grad}$	Anmärkningar
									.00	
8 IV 1910	2.0	24.5	4.1	14.1	.884	.000	.606	.091	033	
„ „ „	2.0	24.9	6.0	15.6	.948	.224	.514	.287	089	
„ „ „	2.0	25.4	8.1	17.2	.960	.500	.509	.678	207	Lagret mättadt med vatten.
13 „ „	2.7	17.2	6.1	11.7	1.050	.545	.515	.584	202	Lagret nästan mättadt med vatten.

Tabell 20.

Sandhaltig lerjord.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	Torr vikt $\frac{cm^3}{gr}$	Fukt $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.\ grad}$	Anmärkningar
									.00	
11 IV 1910	2.5	16.8	4.1	10.2	1.271	.000	.590	.127	045	
„ „ „	2.6	16.9	5.4	10.7	1.135	.137	.518	.244	076	
„ „ „	2.4	16.7	5.0	10.8	.972	.238	.500	.444	134	
12 „ „	2.5	16.4	6.5	11.8	1.095	.506	.500	1.048	315	Lagret mättadt med vatten nästan som gröt.

Tabell 21.

Torfjord.

Datum	Tv	Tu	$\frac{t_1+t_2}{2}$	$\frac{t_2+t_3}{2}$	Torr vikt $\frac{cm^3}{gr}$	Fukt $\frac{cm^3}{gr}$	e_2 cm	U_{12}	λ_3 $\frac{gr\ kal}{cm\ sek.\ grad}$	Anmärkningar
									.00	
12 IV 1910	2.4	16.2	4.6	10.3	.568	.127	.527	.208	066	Vikten osäker.
13 „ „	2.4	16.1	3.8	9.5	.568	.000	.500	.091	027	
„ „ „	2.5	16.4	5.0	10.3	.487	.587	.540	.331	108	Lagret mättadt med vatten.

Af bifogade kurvor, som grafiskt framställa undersökningsresultaten framgår, att värmeledningsförmågan hos sand förändras i hög grad med fuktigheten. Hos finaste sand varierar den mellan gränserna 0.00046 och 0.00389, vid grof sand mellan 0.00047 och 0.00412. Gränserna äro sålunda de samma. Förhållandet mellan det mättade och det torra lagrets värmeledningsförmåga är för

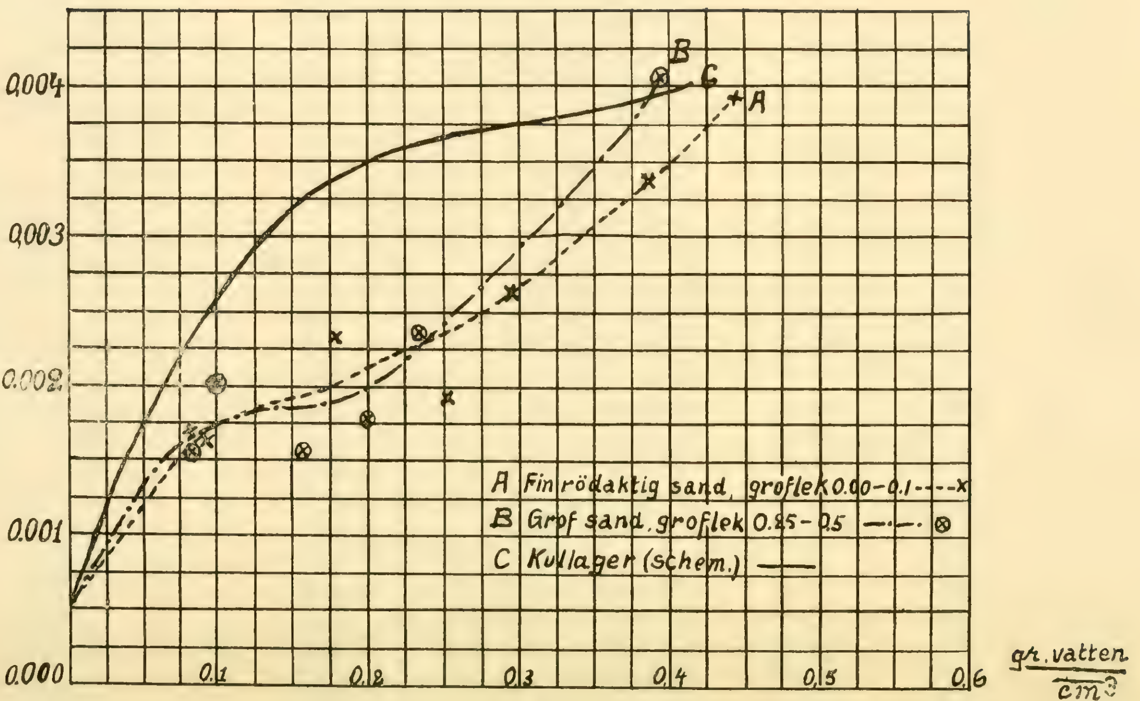
	$\frac{\lambda_{30}}{\lambda_{31}}$
Fin sand	8.5
Grof sand	8.8

Granska vi kurvornas förlopp finna vi, att de afvika betydligt från kurvan C, hvilken schematiskt och ungefärligt framställer gången hos värmeledningsförmågan hos kul-lager. Hos de senare tilltager värmeledningsförmågan till först mycket häftigt, därpå aftager stiggradienten, så att maximi värdet uppnås mycket långsamt. Kurvorna för de två sandslagen uppvisa däremot ett flackt mittelparti, som motsvarar den punkt, där de kapillära rummen uppfyllts af vatten och de större ihåligheterna börja fyllas. Det ligger i sakens natur, att denna omständighet vid grofkornig sand skall framträda skarpare än vid fin.

Kurvornas förlopp återgifvas af ett uttryck af formen

$$\lambda_3 = \lambda_{31} + Ax + Bx^2 + Cx^3,$$

hvari x betecknar fuktighetshalten, A, B och C äro konstanter samt λ_{31} lagrets värmeledningsförmåga i torrt tillstånd. I nedanstående tabell anföras de enligt denna formel beräknade värdena på värmeledningskoefficienten för fin sand, samt dess differens från det uppmätta värdet, hvarvid koefficienterna A, B och C erhållit resp. värden $+ 0.0173$, $- 0.052$ och $+ 0.07$.



A Fin rödaktig sand, groflek 0.00–0.1 ---x
B Grof sand, groflek 0.25–0.5 —·—· ⊗
C Kullager (schem.) ——
0.000
0.001
0.002
0.003
0.004
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
gr. vatten / cm³
A
B
C

Fig. 6.

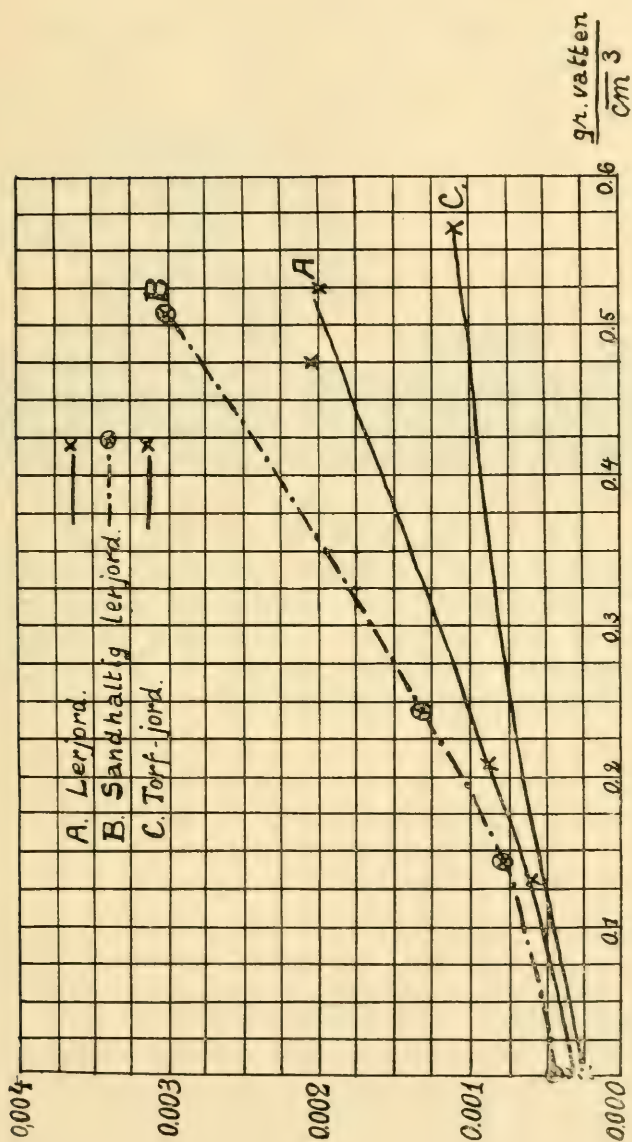

A. Lerjord.
B. Sandhaltig lerjord.
C. Torf-jord.
A
B
C.
0,004
0.003
0.002
0.001
0.000
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
gr. vatten / cm 3

Fig. 7.

Tabell 22.

Fukt cm³/gr	λ_3 Uppmätt	λ_3 Beräknadt	λ_3 Ber. — λ_3 Uppm.
0.00	0.0005	0.0005	0.0000
0.08	0.0017	0.0016	— 0.0001
0.17	0.0023	0.0024	+ 0.0001
0.25	0.0019	0.0029	+ 0.0010
0.44	0.0039	0.0042	+ 0.0003

Hvad beträffar ledningsförmågan hos jordarter, som utgöra en blandning af flere pulverformiga ämnen, vilja vi utan att här ingå i någon diskussion af förhållandena (frågan måste lösas genom en ingående undersökning) blott påpeka några omständigheter. Det framgår att fuktigheten äfven här har sin stora betydelse. För de olika jordlagren få vi för förhållandet mellan det mättade och det torra jordlagrets värmeledningsförmåga talen

	$\frac{\lambda_{30}}{\lambda_{31}}$
Lerjord	6.3
Sandhaltig lerjord	7.0
Torfjord	4.0

Fuktigheten har sålunda den minsta inverkan på torfjord, den största på sandhaltig lerjord.

Tillika visa de anförda talen, att värmeledningsförmågan i hög grad beror af jordens sammansättning. Sanden tyckes isynnerhet häri spela en viktig roll.

Till sist får jag till Professor A. Rindell framföra mitt hjärtliga tack, både för hans initiativ till detta arbete som äfven för hans hjälp vid anskaffandet af medel till inköp af

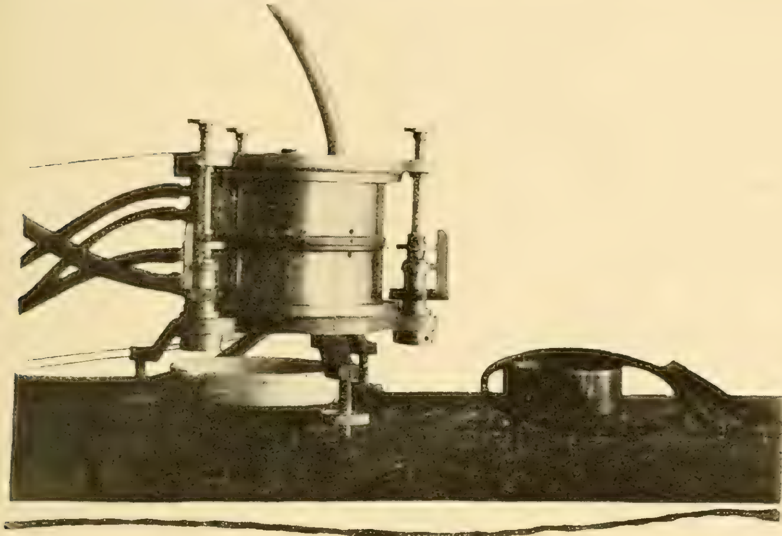


Fig. 8.

instrument för undersökningen samt för hans värdefulla råd under arbetets fortgång.

Undersökningen har blifvit utförd på Universitetets fysikaliska laboratorium i Helsingfors.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 18.

Anordnung für die Bestimmung linearer Ausdehnungskoefficienten.

Von

A. F. Sundell.

1. Die genaue Bestimmung eines Ausdehnungskoefficienten ist eine ziemlich schwierige Aufgabe und erfordert specielle, kostspielige Apparate und Anordnungen. Zu erwähnen sind in dieser Hinsicht die betreffenden Komparatoren im Bureau international des poids et mesures zu Sèvres.

Schon vor Jahren hatte ich Veranlassung zu einem Versuch die Ausdehnung eines 12 m langen Eisendrahtes zu bestimmen, den ich in den Jahren 1879 und 1881 benutzt hatte um die Brennweite des Objektives im Fraunhofer'schen Aequatorial der Sternwarte zu Helsingfors zu messen [1]. Durch die gütige Vermittelung des Herrn Professor Wilhelm Förster wurde die Ausdehnung eines Stückes dieses Drahtes 1882 in der Kaiserlichen Normal-Aichungs-Kommission zu Berlin untersucht. Später (1883) machte ich selber einen Versuch die Ausdehnung des ganzen Drahtes zu bestimmen nach einer Methode, die als Vorgang des hier zu beschreibenden Verfahrens zu betrachten ist. Der Draht wurde in einer horizontalen, viereckigen

[1]) Astronomische Nachrichten, Bd. 103, S. 19.

Röhre von Holzbrettern ausgespannt. Diese etwa 13 m lange Röhre war im grossen Saale des damaligen physikalischen Laboratoriums der Universität aufgestellt; das eine Ende kommunicirte mit der äusseren Luft durch die herausgenommene Scheibe eines Fensters, das andere Ende mit einem der Zimmeröfen. Wenn der Ofen geheizt wurde, entstand ein kalter Luftstrom in der Röhre. Die hierdurch hervorgebrachte Verkürzung des Drahtes wurde an Nonien in der Nähe der Drahtenden gemessen. Die Temperatur längs des Drahtes war indessen beim kalten Luftstrome nicht gleichförmig, sondern zeigte ein bedeutendes Gefälle in der Richtung vom Ofen gegen das Fenster. Als die Temperatur des Drahtes wurde der mittlere Werth der Ablesungen einiger Thermometer, deren Reservoire in gleichen Intervallen längs des Drahtes angebracht waren, angenommen.

2. Nach demselben Princip wurde beim Aufbau des Horizontalkomparators der finländischen Aichungs-Kommission im Jahre 1893 der zum Aufnehmen der zu vergleichenden Metermaasse bestimmte doppelwandige Kasten angeordnet. Eine vollständige Beschreibung dieses Kastens ist in einer amtlichen Schrift zu finden [1]). Für die hier darzulegende Untersuchung ist die schematische Darstellung in der beigegebenen Figur hinreichend.

Der äussere Kasten *ABCD* ist 139 cm lang, 24 cm breit, (in der Zeichnung ist die Breite übertrieben) und 14 cm

[1]) Berättelse öfver komparationen af Justeringskommissionens hufvudlikare för längd med finska statens urtyp för metern, af *A. F. Sundell.* Helsingfors, 1895; S. 5, 6. Fig. 1 und Fig. 3.

tief, der innere Kasten *EFGH* 123 cm lang, 17 cm breit und 8 cm tief. Vom äusseren Kasten sind durch die beiden Zwischenwände *IEFL* und *KHGM* zwei Seitenabtheilungen von 3,6 cm Weite abgesondert; diese Zwischenwände sind zugleich Seitenwände des inneren Kastens, dessen Endwände bei *EH* und *FG* sind. Der Raum zwischen den rechten Endwänden der Kasten ist durch die horizontale Scheibe *FLMG* in zwei Hälften getheilt. Die Zwischenwand *IL* hat *oben* bei *FL* einen Ausschnitt bis zur Scheibe *FM*, ebenso die Zwischenwand *KM* *unten* einen Ausschnitt bei *GM* bis zu derselben Scheibe. Sämmtliche Wände und Scheiben sowie die Böden der Kasten sind aus Messingblech; aus demselben Material sind auch die Endstücke der beiden Deckel, deren Haupttheile aus Glasscheiben bestehen, wodurch die Ablesung der Thermometer im Kasten ermöglicht wird. Die Visirung der Endstriche der beiden Maassstäbe 11 und 22 geschieht durch kurze Messingsröhren, welche die beiden Deckelenden verbinden.

3. Um die Luftströmung hervorzubringen wurde dieselbe Anordnung angewandt wie im physikalischen Laboratorium 1883. Die kalte Luft wurde durch ein Wandventil eingeführt, durch eine aus Brettern gebaute Röhre von etwa 50 cm^2 Durchschnitt nach der Kastenöffnung O_1 geleitet, passirte den Raum zwischen den beiden Kasten und entwich durch die Oeffnung O_2 und eine Holzröhre nach einem der Zimmeröfen. Die Verbindung der Holzröhren mit dem Kasten wurde durch runde Röhren aus Tuch hergestellt. Der Endtheil zum Ofen hin bestand aus einer Eisenblechröhre. Die Bewegung der Luft wurde durch Heizung im Ofen hervorgebracht.

Die Wirkung des Luftstromes war indessen zu schwach. Während der Vergleichungen 1894 vom Hauptmeter H_6 der Aichungskommission mit dem Prototyp N:o 5 aus Iridium-Platina wurde daher der Luftzug in dieser Weise unterhalten nur um die Temperatur im Kasten möglichst konstant zu erhalten. Bei denselben Vergleichungen zehn Jahre später wurde der Luftzug gar nicht benutzt, da der Kasten nunmehr äusserlich (mit Ausnahme des Deckels) mit

2 cm dicken Brettern beschlagen war und somit die Seiten und der Boden als fast Nichtleiter für Wärme betrachtet werden konnten.

Während der Periode 1893—1910 konnten Ausdehnungskoefficienten in der Aichungskommission nur auf die Weise bestimmt werden, dass die beiden Maasse zuerst bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (18°—20°) verglichen wurden. Darauf wurde die Heizung des Saales eingestellt; die Temperatur sank allmählich in einigen Tagen auf etwa +8° (bei ziemlich strenger Winterkälte, —10° bis —15°). Durch erneute Vergleichung erhielt man mithin eine Differenz der Längenunterschiede der beiden Maasse für eine Temperaturdifferenz von etwa 10—12°. Das lästige bei diesem Verfahren liegt auf der Hand, besonders da dieser Saal unser Hauptarbeitszimmer war.

4. Im Jahre 1909 wurde indessen das Lokal mit Gleichstrom vom Elektricitätswerke der Stadt Helsingfors versehen. Es wurde der Vorschlag gemacht mittels eines elektrisch betriebenen Ventilators die kalte Luft aus dem Wandventile durch die Luftleitung des Komparators hindurch zu pressen. Dieser Vorschlag wurde von der Aichungskommission angenommen. Ein Ventilator mit Elektromotor wurde von Aktiebolag Gottfrid Strömberg in Helsingfors konstruirt und im December 1910 an das Wandventil angebracht. Der Ventilator sollte einen Luftstrom mit der Geschwindigkeit 5 m^3/min durch eine Leitung von 10 m Länge und 50 cm^2 Durchschnitt befördern. Der Elektricitätsverbrauch ist nicht grösser als der einer Kohlenglühlampe von 5 Normalkerzen. Der Luftstrom entweicht durch die Ofenöffnung, ohne das Zimmer merklich abzukühlen.

Dieser Ventilator hat so ziemlich den Erwartungen entsprochen. Nach etwa drei Stunden wird die Temperatur im inneren Kasten konstant und ziemlich gleichförmig, etwa 8° höher als die Aussentemperatur. Bei einer mittleren Kälte von —6° konnte man mithin die Temperatur im Kasten auf +2° herabbringen. Da die Zimmertemperatur durch Heizung wenigstens auf +16° erhöht werden konnte, so erhält man eine Temperaturdifferenz von 14°, die genü-

gend ist um eine Verschiedenheit in der Ausdehnung der Stäbe festzustellen.

Das Visiren der Endstriche nimmt nicht viel Zeit in Anspruch. Eine Bestimmung dauert etwa eine Viertelstunde. Die Deckel schliessen jetzt nicht ganz luftdicht, da sie für einen viel schwächeren Luftstrom abgesehen waren. Der kleine Zug beim Visiren stört aber nicht und macht die Einstellungen in keiner Weise unsicher.

Diese Anordnung ist mithin ein sehr einfaches Mittel in einem geheizten Zimmer Ausdehnungen von Stäben zu vergleichen und kann gewiss mit Vortheil angewandt werden in Gegenden, wo eine mässige Winterkälte zu erwarten ist.

5. Der durch O_1 eintretende kalte Luftstrom streicht zuerst längs der Zwischenwand *EF*, tritt durch die obere Oeffnung bei *FL* in den Raum über *FM*, und von da zwischen den beiden Deckeln (ausgezogene Pfeile), kriecht um die Endwand *EH* herum, streicht zurück zwischen den beiden Böden (punktirte Pfeile), tritt durch die untere Oeffnung bei *MG* in den Zwischenraum *MCDK* und entweicht aus dem Kasten durch O_2.

6. Im inneren Kasten sind vier Thermometer *s*, *w*, *e*, *n* in gleicher Höhe wie die Stäbe 11 und 22 angebracht. Falls nun der Luftstrom sich allmählich erwärmt, wie beim Versuche im physikalischen Laboratorium, so würde man erwarten, dass das Thermometer *s* etwas tiefer als *w*, dieses etwas tiefer als *e*, *n* aber am höchsten stände. Bei den Versuchen verhielten sich *s* und *n* wie erwartet, *w* fiel aber am schnellsten und stand tiefer als *s*, wogegen *e* sehr langsam fiel und eine höhere Temperatur zeigte als *n*. Nach etwa drei Stunden waren die Thermometerstände nicht sehr verschieden unter einander. Die noch bestehenden Unterschiede hatten jedoch den schon erwähnten Gang. Bemerkenswerth ist, dass das arithmetische Mittel der Angaben von *w* und *e* dem Mittelwerthe von *s* und *n* immer beinahe gleich ist.

Der erwähnte Gang der Thermometerstände ist schwer zu erklären. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der kalte

Luftstrom durch irgend einen Leck auf w direkt wirkt; dagegen mag auf dem Wege nach e viel Luft durch den undichten oberen Deckel entweichen. In der Nähe von s und n kommt keine Undichtigkeit vor; daher zeigen diese Thermometer am genauesten die Temperatur des vorbeistreichenden Luftstromes.

Während des kommenden Winters werde ich versuchen, ob nicht eine kräftigere und gleichförmigere Abkühlung dadurch hervorgebracht werden kann, dass der kalte Luftstrom auf einmal durch O_1, O_2 und eine in IK neu anzubringende Oeffnung eingeleitet wird, den inneren Kasten von allen Seiten umstreicht und durch eine in LM anzubringende Oeffnung entweicht.

7. Mit diesem Apparate wurde Februar — April 1911 zwei Ausdehnungsbestimmungen ausgeführt. Die vier in Zehntel Grade getheilten Thermometer sind von Gebr. Herrmann in Manebach 1903 aus Jenaglas angefertigt. Ihre Ablesung geschah ohne Fernrohr durch die Deckel der Kasten. Über ihre Reservoire waren kurze Messingröhren von etwa 1 mm Wanddicke angebracht. Sämmtliche vier Thermometer, sind mit dem Thermometer N:o 39 desselben Fabrikats verglichen worden; die Korrektionen dieses Thermometers hatten sich aus Vergleichungen mit dem Normalthermometer Tonnelot N:o 4436 der Aichungskommission ergeben. Die auf das Quecksilberthermometer Tonnelot bezogenen Temperaturen können als auf etwa $0^{\circ},_{02}$ genau betrachtet werden und mögen auch den nahe liegenden Theilen der Stäbe zugeschrieben werden.

8. Bei den Bestimmungen für tiefe Temperatur wurde in folgender Weise verfahren. Nachdem der Ventilator $2^1/_2$ bis 3 Stunden gewirkt hatte, wurden zuerst die Thermometer abgelesen. Dann wurde auf die Endstriche des Stabes 11 mit beiden Mikrometern eingestellt, darauf der Stab 22 unter die Mikroskope gebracht und visirt; zuletzt wurde 11 wieder visirt. Schliesslich wurden die Thermometer noch einmal abgelesen. Der Ventilator wurde die ganze Zeit in Gang erhalten.

Bei der Berechnung wurde als Temperatur von 11 der Mittelwerth $\frac{1}{2}(s + \frac{1}{2}(w + e))$, von 22 das Mittel $\frac{1}{2}(n + \frac{1}{2}(w + e))$ angenommen. Die beiden Einstellungen auf die Endstriche von 11 wurden zu Mittelwerthen vereinigt, die mit den Einstellungen auf 22 in üblicher Weise kombinirt wurden. Man erhielt so einen Werth der Differenz 22—11, der als dem Mittelwerth der Anfangs- und Endtemperatur des Stabes zugehörig angesehen wurde. Im allgemeinen wurden die Vergleichungen in dieser Weise unter abwechselnden Thermometerablesungen und Mikrometereinstellungen wiederholt.

9. Die erste Untersuchung der Ausdehnung betraf eine Röhre *R* aus Nickelstahl amerikanischen Fabrikates, die zum Maasstab eines Normalbarometers bestimmt worden ist. Die etwa 102 cm lange Röhre ist auswendig $12{,}3$ mm dick bei einer Wanddicke von 1 mm. Die Einstellung mit den Mikrometern geschah auf besonders angebrachte feine Ritzen in der Nähe der Enden. Als Vergleichsmaass wurde das Arbeitsmeter *A* der Aichungskommission benutzt, die aus Messing von der Société Genevoise pour la Construction des instruments de precision angefertigt ist und eine Breite von $31{,}6$ mm bei einer Dicke von $7{,}3$ mm besitzt. Als Endstriche wurden aber nicht die Striche 0 und 100 des Metermaasses benutzt, sondern besondere, für diesen Zweck an die entgegengesetzte Kante angebrachte feine Striche, die mit der Nummer 1 vermerkt sind.

Diese Vergleichungen ergaben folgende Resultate. Die Werthe für *A* gehen aus den später mitzutheilenden Vergleichungen hervor.

1911, Februar 27.

s	$+1^\circ{,}20$		$+1^\circ{,}29$ für A
w	$0{,}94$	$+1^\circ{,}37$	
e	$1{,}81$		$1{,}46$ für R
n	$1{,}54$		

$R = A + 163{,}5\,\mu = 1\text{ m} + 91{,}7\,\mu$ bei $+1^\circ{,}50$

$A = 1\text{ m} - 71{,}8\,\mu$ „ $1{,}31$

$s\ +1^\circ{,}20$ $\quad +1^\circ{,}32$ für A
$w\ \ 1{,}03$ $\quad +1^\circ{,}45$
$e\ \ 1{,}87$ $\quad 1{,}53$ für R
$n\ \ 1{,}62$
$R = A + 163{,}3\,\mu = 1\,\text{m} + 91{,}8\,\mu$ bei $+1^\circ{,}54$
$A = 1\,\text{m} - 71{,}5\,\mu$ „ $1{,}33$
$s\ +1^\circ{,}20$ $\quad +1^\circ{,}33$ für A
$w\ \ 1{,}03$ $\quad +1^\circ{,}47$
$e\ \ 1{,}92$ $\quad 1{,}54$ für R
$n\ \ 1{,}62$

Resultat: $R = 1\,\text{m} + 91{,}8\,\mu$ bei der mittleren Temperatur $+1^\circ{,}52$.

Februar 28.

$s\ +2^\circ{,}20$ $\quad +2^\circ{,}21$ für A
$w\ \ 1{,}78$ $\quad +2^\circ{,}22$
$e\ \ 2{,}66$ $\quad 2{,}27$ für R
$n\ \ 2{,}32$
$R = A + 147{,}6\,\mu = 1\,\text{m} + 92{,}0\,\mu$ bei $+2^\circ{,}29$
$A = 1\,\text{m} - 55{,}6\,\mu$ „ $2{,}19$
$s\ +2^\circ{,}14$ $\quad +2^\circ{,}18$ für A
$w\ \ 1{,}83$ $\quad +2^\circ{,}22$
$e\ \ 2{,}62$ $\quad 2{,}30$ für R
$n\ \ 2{,}38$
$R = A + 152{,}2\,\mu = 1\,\text{m} + 96{,}2\,\mu$ bei $+2^\circ{,}27$
$A = 1\,\text{m} - 56{,}0\,\mu$ „ $2{,}17$
$s\ +2^\circ{,}10$ $\quad +2^\circ{,}16$ für A
$w\ \ 1{,}83$ $\quad +2^\circ{,}22$
$e\ \ 2{,}62$ $\quad 2{,}23$ für R
$n\ \ 2{,}24$

Resultat: $R = 1\,\text{m} + 94{,}1\,\mu$ bei $+2^\circ{,}28$

März 21.

$s\ +2^\circ{,}33$ $\quad +2^\circ{,}42$ für A
$w\ \ 2{,}04$ $\quad +2^\circ{,}50$
$e\ \ 2{,}97$ $\quad 2{,}63$ für R
$n\ \ 2{,}76$

$R = A + 150{,}3\,\mu = 1\text{ m} + 99{,}2\,\mu$ bei $+2^\circ{,}65$

$A = 1\text{ m} - 51{,}1\,\mu$ „ $2{,}44$

s	$+2^\circ{,}39$		$+2^\circ{,}16$ für A
w	$2{,}14$	$+2^\circ{,}53$	
e	$2{,}92$		$2{,}67$ für R
u	$2{,}81$		

$R = A + 152{,}4\,\mu = 1\text{ m} + 102{,}6\,\mu$ bei $+2^\circ{,}73$

$A = 1 \; - 49{,}8\,\mu$ „ $2{,}51$

s	$+2^\circ{,}52$		$+2^\circ{,}57$ für A
w	$2{,}24$	$+2^\circ{,}61$	
e	$2{,}99$		$2{,}79$ für R
n	$2{,}96$		

Resultat: $R = 1\text{ m} + 100{,}9\,\mu$ bei $+2^\circ{,}69$.

Die für den Stab 11 oder A berechnete Temperatur fällt, wie aus diesen Zahlen hervorgeht, etwa um $0^\circ{,}2$ tiefer aus als die Temperatur von 22 oder R, was dem kälteren Luftstrom im Zwischenraume AL zuzuschreiben ist.

10. Bei Zimmertemperatur wurden die Beobachtungen genau gemacht wie früher bei den Prototypvergleichungen in den Jahren 1894 und 1904 [1]). Ich brauche daher hier das Verfahren nur andeutungsweise darzustellen.

Anfangs wurden die vier Thermometer abgelesen. Dann wurden die Stäbe 11 und 22 wechselweise fünf Mal unter die Mikroskope gebracht. Durch die Kombination je dreier successiven Visirungen erhielt man einen Werth der gesuchten Differenz, also zusammen drei Werthe. Endlich wurden wieder die Thermometer abgelesen. Als Temperatur im Kasten wurde für beide Stäbe das arithmetische Mittel der vier Ablesungen angenommen, da die Thermometerstände nur mit einigen Hundertel Graden differirten. Das arithmetische Mittel der drei gefundenen Differenzen wurde als zum Mittelwerth der Anfangs- und Endtemperatur gehörige Differenz der Längen betrachtet.

---

[1]) Berättelse 1895. S. 23—37. Berättelse öfver komparationerna under Februari och Mars 1904 af Justeringskommissionens hufvudlikare för vigt och längd med statsverkets urtyper för kilogrammet och metern; af *A. F. Sundell*, Helsingfors 1905, S. 36—44.

Februar 18.

Anfangstemperatur $+15^\circ{,}87$

Differenzen: $R - A = +53{,}9\,\mu$

$52{,}8$

$53{,}7$

Mittel $+53{,}5\,\mu$

Endtemperatur $+15^\circ{,}98$

Resultat: $R = A + 53{,}5\,\mu = 1\,\text{m} + 250{,}2\,\mu$ bei $+15^\circ{,}92$

$A = 1\,\text{m} + 196{,}7\,\mu$ „ „

Februar 20.

Anfangstemperatur $+15^\circ{,}65$

Differenzen; $R - A = +55{,}6\,\mu$

$54{,}9$

$53{,}5$

Mittel $+54{,}7\,\mu$

Endtemperatur $+15^\circ{,}69$

Resultat: $R = A + 54{,}7\,\mu = 1\,\text{m} + 246{,}8\,\mu$ bei $+15^\circ{,}67$

$A = 1\,\text{m} + 192{,}1\,\mu$ „ „

Februar 26.

Anfangstemperatur $+16^\circ{,}77$

Differenzen: $R - A = +46{,}2\,\mu$

$46{,}4$

$46{,}0$

Mittel $+46{,}2\,\mu$

Endtemperatur $+16^\circ{,}82$

Resultat: $R = A + 46{,}2\,\mu = 1\,\text{m} + 258{,}9\,\mu$ bei $+16^\circ{,}79$

$A = 1\,\text{m} + 212{,}7\,\mu$ „ „

11. Für die Berechnung des Ausdehnungskoefficienten der Nickelstahlröhre haben wir mithin folgende zwei Beobachtungsreihen.

Bei tiefer Temperatur.

1911	Februar	27	$R = 1\,\text{m} + 91{,}8\,\mu$	bei	$+1^\circ{,}52$
„	„	28	$94{,}1$		$2{,}28$
„	März	21	$100{,}9$		$2{,}69$
		Mittel	$R = 1\,\text{m} + 95{,}6\,\mu$	bei	$t = +2^\circ{,}16$

Bei Zimmertemperatur.

Februar 18	$R' = 1\,\text{m} + 250{,}2\,\mu$	bei	$+15^{\circ}{,}92$
„ 20	$246{,}8$		$15{,}67$
„ 26	$258{,}9$		$16{,}79$
Mittel	$R' = 1\,\text{m} + 252{,}0\,\mu$	bei	$t' = +16^{\circ}{,}13$

Der Werth R_0 bei O^0 und der Ausdehnungskoefficient β ergeben sich aus den Gleichungen

$$R' = R_0(1+\beta t'),\ R = R_0(1+\beta t)$$

$$R_0 = \frac{Rt' - R't}{t'-t},\ \beta = \frac{R'-R}{Rt'-R't},\ R_0\beta = \frac{R'-R}{t'-t}.$$

Man findet:

$R_0 = 1\,\text{m} + 71{,}4\,\mu$

$\beta = 11{,}195 \, . \, 10^{-6}$ für einen Grad des Thermometers Tonnelot

$R_0\beta = 11{,}195\,\mu$

12. Berechnet man mit diesen Werthen die Längen von R für die oben angegebenen mittleren Temperaturen, so findet man:

Temperatur.	Beobachtete Länge.	Berechnete Länge.	Abweichungen.
$+1^{\circ}{,}52$	$1\,\text{m} + 91{,}8\,\mu$	$1\,\text{m} + 88{,}4\,\mu$	$+3{,}4\,\mu$
$2{,}28$	$94{,}1$	$96{,}9$	$-2{,}8$
$2{,}69$	$100{,}9$	$101{,}5$	$-0{,}6$
$15{,}92$	$250{,}2$	$249{,}6$	$+0{,}6$
$15{,}67$	$246{,}8$	$246{,}8$	$0{,}0$
$16{,}77$	$258{,}9$	$259{,}1$	$-0{,}2$

Bei Zimmertemperatur sind die Abweichungen sehr klein. Bei tiefer Temperatur ist aber die Uebereinstimmung weniger gut. Wahrscheinlich ist irgend eine der Vergleichungen in der Kälte weniger gelungen. Um Klarheit hierüber zu erhalten, wurde eine jede der Bestimmungen bei tiefer Temperatur mit dem Mittelwerthe bei Zimmertemperatur kombinirt und dadurch folgende Werthe erhalten.

Für $t = +1^\circ{,}52$	$R_0 = 1\,\text{m} + 75{,}1\,\mu$,	$R_0\beta = 10{,}965\,\mu$
$2{,}28$	$69{,}4$	$11{,}321$
$2{,}69$	$+70{,}9$	$11{,}168$

Es scheint daher als wäre die erste Bestimmung weniger zuverlässig. Schliesst man sie aus und rechnet mit den Mittelwerthen

$$R = 1\,\text{m} + 97{,}5\,\mu,\ t = +2^\circ{,}485$$
$$R' = 1\,\text{m} + 252{,}0\,\mu,\ t' = +16\,{,}13,$$

so erhält man

$$R_0 = 1\,\text{m} + 69{,}4\,\mu,\ \beta = 11{,}322\,.\,10^{-6},\ R_0\beta = 11{,}323\,\mu,$$

die wir mithin als definitiv annehmen können. Es bleiben folgende Abweichungen:

	Beobachtung.	Rechnung.	Abweichung.
Für $t = +2^\circ{,}28$	$+94{,}1\,\mu$	$+95{,}2\,\mu$	$-1{,}1\,\mu$
$2{,}69$	$+100{,}9$	$99{,}9$	$+1{,}0$
$15{,}92$	$+250{,}2$	$249{,}7$	$+0{,}5$
$15{,}67$	$+246{,}8$	$246{,}8$	$0{,}0$
$16{,}77$	$+258{,}9$	$259{,}3$	$-0{,}4$

13. Als zweite Anwendung des Apparates wurde die Vergleichung von A mit dem Hauptnormale H_6 der Aichungskommission unternommen. Schon im Jahre 1895 wurde durch Vergleichungen dieser Maasstäbe bei den Zimmertemperaturen $+8^\circ{,}6$ und $+19^\circ{,}6$ festgestellt, dass ihre Ausdehnungen für diesen Temperaturintervall als identisch zu betrachten seien [1]). Dieses Resultat wurde durch die jetzt angestellte Untersuchung völlig bestätigt.

Das Meter A behielt seinen Platz als 11 (siehe die Zeichnung). Als 22 wurde das Meter H_6 eingestellt. Dieser Stab, dessen Querschnitt die Form eines H besitzt, ist in einem vom Bureau international ausgegebenen Certifikate vom 18. August beschrieben [2]). Die totale Länge seiner Millimetertheilung wurde durch die Gleichnng

[1]) Berättelse 1895. S. 44.
[2]) Berättelse 1905. S. 52.

$$H_t = 1\,\text{m} - 11{,}25\,\mu + 18{,}352\,t\mu + 0{,}0095\,t^2\mu$$

angegeben. Durch die Vergleichungen in der Aichungskommission mit dem Prototyp N:o 5 wurde gefunden:

Im Jahre 1894: $H_0 = 1\,\text{m} - 14{,}0\,\mu$ [1])
„ „ 1904: $H_0 = 1\,\text{m} - 16{,}0\,\mu$ [2])

Dieser Stab wird somit allmählich und zwar um etwa $0{,}2\,\mu$ jährlich kürzer. Für jetzt kann man annehmen:

$$H_t = 1\,\text{m} - 17{,}4\,\mu + 18{,}352\,t\mu + 0{,}0095\,t^2\mu,$$

nach welcher Gleichung die Längen H_t unten berechnet sind.

Der im Certifikate des Bureaus international angegebene Ausdehnungskoefficient ist unvollständig in so fern, als nicht mitgetheilt wird, mit welchem Thermometer die Temperaturen bestimmt sind. In den gedruckten Mittheilungen des Bureaus für das Jahr 1885 [3]) findet man aber nebst diesem Certifikate auch ein Certifikat für den Stab H_7 von derselben Konstruktion, der später dem Bureau für Maass und Gewicht in Norwegen übergeben wurde. Im letztgenannten Certifikate ist ausdrücklich bemerkt, dass die Temperaturen sich auf das Thermometer Tonnelot N:o 4431 beziehen. Da beide Stäbe gleichzeitig vom Direktor des Bureaus, Professor O. J. Broch untersucht wurden, muss man annehmen, dass die bei unserem Stabe angegebenen Temperaturen sich auf dasselbe Thermometer beziehen.

14. Folgende Vergleichungen wurden jetzt gemacht.

Bei tiefer Temperatur.
April 3.

s	$+3°{,}84$	$+3°{,}99$	$+3°{,}91$ für A
w	$3{,}59$		
e	$4{,}39$		$4{,}06$ für H
n	$4{,}14$		

[1]) Berättelse 1895, S. 42.
[2]) Berättelse 1905, S. 46.
[3]) Comité International des poids et mesures: Procès-verbaux des seances de 1885, S. 128.
[4]) L. c. S. 142.

$A = H - 82{,}6\,\mu = 1\,\mathrm{m} - 25{,}3$ bei $+3^\circ{,}89$
$H = 1\,\mathrm{m} + 57{,}3\,\mu$ „ $4{,}06$

s	$+3^\circ{,}75$		$+3^\circ{,}86$ für A
w	$3{,}64$	$+3^\circ{,}96$	
e	$4{,}29$		$4{,}05$ für H
n	$4{,}14$		

$A = H - 82{,}5\,\mu = 1\,\mathrm{m} - 25{,}4\,\mu$ bei $+3^\circ{,}87$
$H = 1\,\mathrm{m} + 57{,}1\,\mu$ „ $4{,}05$

s	$+3^\circ{,}84$		$+3^\circ{,}89$ für A
w	$3{,}65$	$+3^\circ{,}93$	
e	$4{,}22$		$4{,}05$ für H
n	$4{,}16$		

Resultat: $A = 1\,\mathrm{m} - 25{,}3\,\mu$ bei $+3^\circ{,}88$.

April 4.

s	$+1^\circ{,}23$		$+1^\circ{,}33$ für A
w	$0{,}94$	$+1^\circ{,}43$	
e	$1{,}92$		$1{,}42$ für H
n	$1{,}41$		

$A = H - 80{,}0\,\mu = 1\,\mathrm{m} - 71{,}3\,\mu$ bei $+1^\circ{,}30$
$H = 1\,\mathrm{m} + 8{,}7\,\mu$ „ $1{,}42$

s	$+1^\circ{,}14$		$+1^\circ{,}26$ für A
w	$0{,}97$	$+1^\circ{,}38$	
e	$1{,}80$		$1{,}42$ für H
n	$1{,}46$		

$A = H - 81{,}8\,\mu = 1\,\mathrm{m} - 72{,}9\,\mu$ bei $+1^\circ{,}24$
$H = 1\,\mathrm{m} + 8{,}9\,\mu$ „ $1{,}43$

s	$+1^\circ{,}09$		$+1^\circ{,}22$ für A
w	$0{,}98$	$+1^\circ{,}36$	
e	$1{,}74$		$1{,}43$ für H
n	$1{,}51$		

Resultat: $A = 1\,\mathrm{m} - 72{,}1\,\mu$ bei $+1^\circ{,}27$.

Draussen wurde jetzt zu warm, daher konnten die Vergleichungen in der Kälte nicht fortgesetzt werden.

Auch hier ist die Temperatur von 11 oder A etwa $0^\circ{,}2$ tiefer als die von 12 oder H_6.

Bei Zimmertemperatur.

April 3.

Anfangstemperatur $+15^\circ{,}97$.

$A-H=-79{,}7\,\mu$
$81{,}4$
$81{,}1$

Mittel $-80{,}7\,\mu$

Endtemperatur $+16^\circ{,}02$

Resultat: $A=H-80{,}7\,\mu=1\,\text{m}+197{,}8\,\mu$ bei $+15^\circ{,}99$
$H=1\,\text{m}+278{,}5\,\mu$ „ „

April 3.

Anfangstemperatur $+16^\circ{,}23$.

$A-H=-81{,}4\,\mu$
$81{,}3$
$79{,}7$

Mittel $-80{,}8\,\mu$

Endtemperatur $+16^\circ{,}25$.

Resultat: $A=H-80{,}8\,\mu=1\,\text{m}+202{,}3\,\mu$ bei $+16^\circ{,}24$
$H=1\,\text{m}+283{,}1\,\mu$ „ „

April 5.

Anfangstemperatur $+15^\circ{,}99$.

$A-H=-81{,}1\,\mu$
$79{,}7$
$79{,}8$

Mittel $-80{,}2\,\mu$

Endtemperatur $+16^\circ{,}03$.

Resultat: $A=H-80{,}2\,\mu=1\,\text{m}+198{,}7\,\mu$ bei $+16^\circ{,}01$.
$H+1\,\text{m}+278{,}9\,\mu$ „ „

15. Stellen wir die Resultate zusammen, so erhalten wir:

Bei tiefer Temperatur.

1911	April	3	$A=1\,\text{m}-25{,}3\,\mu$	bei	$+3^\circ{,}88$
„	„	4	$72{,}1$	„	$1{,}27$

Mittel $A=1\,\text{m}-48{,}7\,\mu$ bei $t=+2^\circ{,}57$

Bei Zimmertemperatur.

1911 April 3	$A' = 1\,m + 197{,}8\,\mu$	bei	$+15^\circ{,}99$		
„ „ „	$202{,}3$	„	$16{,}24$		
„ „ 5	$198{,}7$	„	$16{,}01$		
Mittel	$A' = 1\,m + 199{,}6\,\mu$	bei	$t = +16^\circ{,}08$		

Man berechnet hiermit die Länge A_0 bei 0^0 und den Ausdehnungskoefficienten α:

$A_0 = 1\,m - 95{,}9\,\mu$

$\alpha = 18{,}381 \,.\, 10^{-6}$ für einen Grad des Thermometers Tonnelot

$A_t = 1\,m - 95{,}9\,\mu + 18{,}379\,t\,\mu.$

Mit dieser Gleichung sind die oben bei den Vergleichungen der Röhre R erforderlichen Werthe von A berechnet.

Man findet folgende Abweichungen zwischen den beobachteten und den mit diesen Werthen berechneten Längen.

Temperatur.	Beobachtete Länge.	Berechnete Länge.	Abweichung.
$+3^\circ{,}88$	$1\,m - 25{,}3\,\mu$	$1\,m - 24{,}6\,\mu$	$-0{,}7\,\mu$
$1{,}27$	$-72{,}1$	$-72{,}6$	$+0{,}5$
$15{,}99$	$+197{,}8$	$+198{,}0$	$-0{,}2$
$16{,}24$	$+202{,}3$	$+202{,}6$	$-0{,}3$
$16{,}01$	$+198{,}7$	$+198{,}3$	$+0{,}4.$

Die Abweichungen sind mithin unbedeutend.

16. Die Ausdehnung des Meters A ist früher untersucht worden. Im April 1895 wurde es mit H_6 bei den Zimmertemperaturen $+8^\circ{,}6$ und $+19{,}6$ verglichen. Zwei Jahre später im April 1897 wurde als Vergleichsmaass ein auf Spiegelglas getheiltes Meter benutzt, das in einem besonderen Kasten mit schmelzendem Schnee eingesenkt war, während dass A in seinem Kasten die Zimmertemperatur (9, 14 und 17) behielt. Es wurde daher die absolute Ausdehnung von A bestimmt.

Die in diesen Untersuchungen gefundenen Ausdehnungskoefficienten sind etwas grösser:

$$\begin{array}{lll} 1895 & \text{April} & \alpha = 18{,}656 \,.\, 10^{-6} \\ 1897 & \text{„} & 18{,}600 \,.\, 10^{-6} \\ \hline & \text{Mittel} & \alpha = 18{,}628 \,.\, 10^{-6} \end{array}$$

Dieser Mittelwerth kann als ziemlich zuverlässig betrachtet werden. Es scheint daher als hätte das Meter A bei den jetzigen Beobachtungen in der Kälte nicht völlig die umgebende Temperatur erreicht.

Der letzte Ausdehnungskoefficient erfordert einen veränderten Werth von A_0, den man aus der Gleichung

$$A = 1\,\mathrm{m} + 199{,}6\,\mu = A_0\,(1 + 16{,}08 \,.\, 18{,}628 \,.\, 10^{-6})$$

findet, oder

$$A_0 = 1\,\mathrm{m} - 99{,}9\,\mu,$$

welcher um $4\,\mu$ kleiner als unser Werth oben ist. Um die bei $+2^\circ{,}57$ beobachtete Länge $A = 1\,\mathrm{m} - 48{,}7\,\mu$ mit diesen Werthen zu erhalten muss man die Temperatur auf $+2^\circ{,}75$ erhöhen. Die Verzögerung der Temperatur von A beträgt mithin etwa $0^\circ{,}2$. Dieser Umstand ändert aber nicht merklich den für die Nickelstahlröhre gefundenen Ausdehnungskoefficienten, da auch bei ihrer Vergleichung in der Kälte dieselbe Verzögerung der Temperatur von A vorhanden gewesen sein muss. Die vortheilhafte Form des Meters H_6 sowie die der Röhre lässt vermuthen, dass sie beide vollständig die Temperatur der umgebenden Luft angenommen hatten.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 19.

Ueber die Phasenänderung der elektrischen Wellen bei ihrer Reflexion von ebenen Resonatorensystemen.

von

Karl F. Lindman.

1. In meiner letzten hier veröffentlichten Arbeit [1]) wurde das selektive Absorptions- und Reflexionsvermögen elektrischer Resonatorensysteme, die aus kreisförmigen Elementen bestehen, experimentell untersucht. In nahem Zusammenhange mit dieser Untersuchung steht die Frage, wie die Phase der elektrischen Wellen sich bei der Reflexion von ebenen Gittern der eben erwähnten Art ändert und wie diese Phasenänderung von der Gitterperiode abhängt.

Teils im Laufe der erwähnten Untersuchung, teils nach Abschliessung derselben habe ich, um diese Frage beantworten zu können, einige Versuche ausgeführt, über welche hier berichtet werden soll.

2. Bei der Reflexion von einem genügend grossen, ebenen Metallspiegel erleidet die elektrische Kraft bekanntlich eine Phasenverzögerung $= \pi$, oder es bildet sich m. a. W. im Spiegel selbst ein Knoten der elektrischen Kraft. Durch Interferenzversuche nach der Boltzmann-Klemenčič'schen Anordnung [2]) lässt sich nun die Phasenänderung bei der Re-

[1]) *K. F. Lindman,* Öfvers. af Finska Vet.-Soc. Förh. LII. 1910. Afd. A N:o 10.

[2]) *Klemenčič* und *P. Czermak,* Wied. Ann. *50,* p. 174; 1893.

flexion von einem ebenen Resonatorensystem mit der bei der Reflexion von einem ebenen Spiegel vergleichen, falls bei der erwähnten Anordnung der eine verschiebbare Spiegel durch das Resonatorengitter ersetzt wird. Ich bediente mich also der in Fig. 1 angegebenen Versuchsanordnung.

Es bedeuten hier *O* den Erreger, *R* den Empfänger, S_1 den Metallspiegel (aus Zink), S_2 das Resonatorengitter und *I* den Standardindikator. Sowohl der Erreger als der Empfänger und der Standardindikator waren mit cylindrisch-

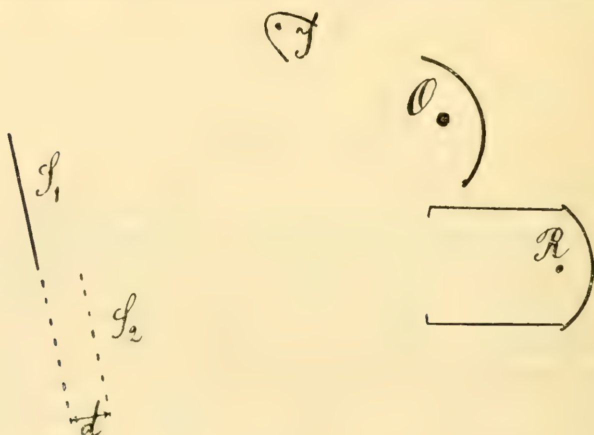


Fig. 1.

parabolischen Reflektoren versehen, und vor dem Empfänger *R* war ausserdem, wie in der Figur angedeutet ist, ein 50 cm langer, mit Stanniolblättern überzogener Trichter befestigt, der vorn eine 30 cm hohe und 40 cm breite rechteckige Oeffnung hatte.

Sowohl diese Apparate als auch die Messungsmethode (gleichzeitiges von einer Person bewerkstelligtes Ablesen zweier Galvanometer) waren dieselben, welche bei meinen letzten Arbeiten gebraucht wurden.

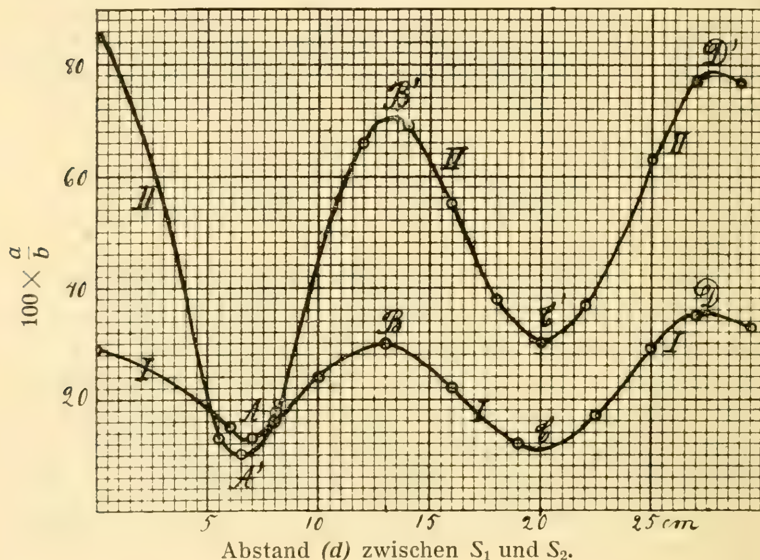
Der unbeweglich aufgestellte Zinkspiegel S_1 hatte in verschiedenen Fällen eine etwas verschiedene Grösse; seine Höhe, d. h. seine zur elektrischen Kraft parallele Dimension war jedoch stets grösser als die doppelte Wellenlänge der

auffallenden Schwingungen und seine Breite jedenfalls grösser als die einfache Wellenlänge. Die kreisförmigen Elemente des Gitters S_2 wurden von demselben 80 cm hohen und 60 cm breiten aus Pappe gemachten Gestelle getragen, das bei meinen früheren Reflexionsversuchen (*l. c.*, pg. 56) benutzt wurde. Die auf einander stets abgestimmten Gitterelemente waren also in 7 vertikalen und 8 horizontalen um 10 cm von einander entfernten Reihen so angeordnet, dass die „Oeffnungen" der einzelnen Elemente horizontal nach derselben Seite hin gerichtet waren. Das Gitter S_2 konnte parallel zu sich selbst nach vorn (d. h. gegen den Empfänger) oder nach hinten verschoben werden. Als S_1 und S_2 in derselben Ebene lagen, war der Abstand der einen Kante des Spiegels S_1 (in Fig. 1) von den nächstliegenden Gitterelementen c:a 5 cm.

Wenn die beiden zu einander stets parallelen reflektierenden Flächen nicht in derselben Ebene liegen, sondern einen gegenseitigen abstand d von einander haben, so besteht zwischen den von diesen Flächen (S_1 und S_2) reflektierten und auf R wirkenden Strahlen ein Gangunterschied, der, wie leicht einzusehen, gleich $2\,d\cos i$ ist, falls i den Einfallswinkel bedeutet. Wenn S_2 kein Gitter, sondern, ähnlich wie S_1, ein Metallspiegel ist, so erhält man ein Maximum von Wirkung, wenn S_1 und S_2 in derselben Ebene liegen, oder wenn $d\cos i$ gleich einem ganzen Vielfachen der halben Wellenlänge ist. Wenn aber bei Verwendung eines Gitters (als S_2) die von ihm bewirkte Phasenänderung der elektrischen Kraft von π abweicht, so muss sich dies durch eine veränderte Lage des ganzen Systems der Maxima und Minima erkenntlich machen, und aus der Grösse und der Richtung dieser Verschiebung kann die betreffende Phasenänderung leicht berechnet werden.

3. Der Erreger und der Empfänger, die beide stabförmig waren, waren bei allen im Folgenden beschriebenen Versuchen auf einander abgestimmt. Die halbe Wellenlänge ihrer Schwingungen betrug 13,0 *cm*, welcher Wert nach der Methode mit stehenden Wellen vor einem grossen Metallspiegel bei senkrechter Incidenz bestimmt worden war.

Das Gitter (S_2 in Fig. 1) bestand zuerst aus 56 St. 13 cm langen, kreisförmig gebogenen Kupferdrähten und hatte also nach meinen früheren Versuchen [1]) eine Eigenschwingungsdauer, die nur unbedeutend grösser als die der einfallenden Wellen war. Der Abstand AO (Fig. 1) war = 168 cm, der Abstand AR = 193 cm und der Abstand OR = 80 cm. Der Einfallswinkel (i) betrug somit c:a 13°. Beim Variieren des



Abstand *(d)* zwischen S_1 und S_2.
Fig. 2.

Abstandes d [2]) zwischen S_1 und S_2 (Fig. 1) erhielt ich die Kurve I in Fig. 2 (Tabelle I, pg. 17). Obwohl die Lage der Maxima und Minima aus dieser Kurve mit keiner grossen Genauigkeit zu bestimmen sind, findet man jedoch deutlich, dass ein Maximum beim Abstande $d = 0$ vorhanden ist, d. h. *wenn die Eigenperiode der Gitterelemente mit der der einfallenden Wellen annähernd übereinstimmt*, *so erleidet die elektri-*

[1]) Siehe meine letzte Abhandlung, (l. c.) pg. 15—19.

[2]) Das Gitter wurde dabei nach vorn, d. h. in der Richtung nach dem Erreger und dem Empfänger verschohen. Wegen des relativ schwachen Reflexionsvermögens des Gitters ergab eine Verschiebung in der entgegengesetzten Richtung eine viel schwächere Interferenzwirkung.

sche Kraft der Hertzschen Wellen bei ihrer Reflexion vom Gitter eine Phasenänderung gleich π oder gleich derjenigen, die sie bei der Reflexion von einem grossen ebenen Metallspiegel erleiden. [1])

Die Abscissen der Punkte *A*, *B*, *C* und *D* der Kurve I [2]) geben für die halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ folgende Werte:

A	$\frac{\lambda}{2} = 2 \times 6{,}7 \times \cos 13^\circ = 13{,}1$ cm
B	$\frac{\lambda}{2} = 13 \times \cos 13 = 12{,}6$ „
C	$\frac{\lambda}{2} = \frac{2}{3} \times 20 \times \cos 13^\circ = 13{,}0$ „
D	$\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2} \times 27{,}5 \times \cos 13^\circ = 13{,}4$ „
	Im Mittel $\frac{\lambda}{2} = 13{,}0$ „

Es stimmt dieser Wert mit dem früher auf eine etwas andere Weise gefundenen 13,0 cm vollständig überein. Der Kontrolle wegen ersetzte ich noch das Gitter (S_2) durch einen ebenen Zinkschirm von denselben Dimensionen wie die des festen Zinkschirmes S_1. Die Kurve II in Fig. 2 (Tabelle II, pg. 18) stellt die durch Variieren des Abstandes *d* dann erhaltene Interferenzkurve dar. Die Maxima und Minima dieser Kurve

[1]) Streng genommen, gilt dieser Schluss nur für einen Einfallswinkel = c:a 13°. Wir setzen jedoch hier wie im Folgenden voraus, dass die vom Gitter bewirkte Phasenänderung bei kleinen Einfallswinkeln gleich der bei senkrechter Incidenz ist. Ob diese Phasenänderung von der Grösse des Einfallswinkels überhaupt abhängt, habe ich nicht untersucht. Bei einem gewöhnlichen Metallspiegel findet bekantlich keine solche Abhängigkeit statt.

[2]) Diese Abscissen können, wie schon oben gesagt wurde, nur approximativ bestimmt werden. Es zeigt sich aber, dass der Mittelwert von $\frac{\lambda}{2}$ fast unverändert bleibt, wenn man diese Abscissen ein wenig anders schätzt, als dies in der Tabelle geschehen ist.

liegen, wie man sieht, an ganz denselben Stellen wie die der Kurve I. Der bezüglich der Phasenänderung schon gezogene Schluss hat sich also bestätigt, und gleichzeitig ergiebt es sich, dass das Einschliessen des Messresonators in den Empfängertrichter keine merkbare Veränderung seiner Eigenschwingungsdauer bewirkt hatte. (Dieser letztere Schluss ist besonders für die in meiner letzten Arbeit veröffentlichten Beobachtungen von Bedeutung). Durch genaueres Feststellen der Lage der Punkte A', B', C' und D' der Kurve II findet man:

A'	$\frac{\lambda}{2} = 2 \times 6{,}5 \times \cos 13^\circ = 12{,}6$ cm
B'	$\frac{\lambda}{2} = 13{,}4 \times \cos 13^\circ = 13{,}0$ „
C'	$\frac{\lambda}{2} = \frac{2}{3} \times 20 \times \cos 13^\circ = 13{,}0$ „
D'	$\frac{\lambda}{2} = \frac{1}{2} \times 27{,}7 \times \cos 13^\circ = 13{,}5$ „
	Im Mittel $\frac{\lambda}{2} = 13{,}0$ „

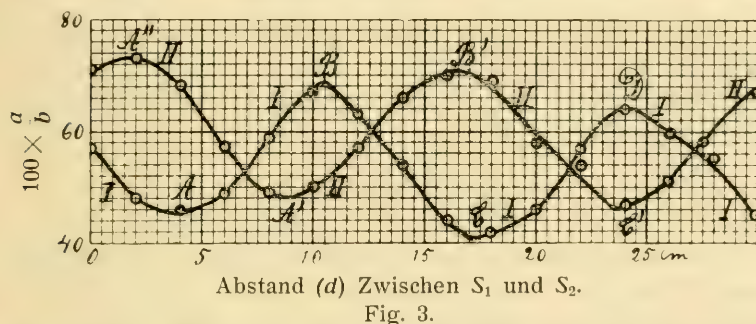
Die Uebereinstimmung der beiden erhaltenen Mittelwerte $\frac{\lambda}{2}$ ist also so gut wie nur möglich.

4. Um die Abhängigkeit der Phasenänderung von der Periode der Gitterelemente zu untersuchen, versuchte ich noch diese Phasenänderung in einigen solchen Fällen zu bestimmen, wo die Gitterelemente eine andere Eigenschwingungsdauer hatten als der Erreger und der Empfänger. Bei diesen Versuchen, die bei einer anderen Gelegenheit als die obigen ausgeführt wurden, war der Einfallsvinkel $i =$ c:a 11°. (Die in Fig. 1 bezeichneten Abstände waren bezw. $AO = 164$ cm, $AR = 182$ cm und $OR = 65$ cm). Als die kreisförmig gebogenen Gitterdrähte bezw. 11 und 15 cm lang waren und die halbe Wellenlänge der einfallenden

Schwingungen, wie vorher, 13 cm war, erhielt ich die Kurven I bezw. II in Fig. 3 (Tabellen III und IV, pg. 18 u. 19).

Diese Kurven sind, wie man sofort sieht, gegen einander und gegen die in Fig. 2 in entgegengesetzten Richtungen verschoben, welches beweist, dass die Phasenänderung bei der Reflexion von dem einen der jetzt angewandten Gitter kleiner als π, bei der von dem anderen grösser als π gewesen sein muss.

Es mag zuerst die Kurve I näher betrachtet werden. Die auf einander folgenden Maxima und Minima *(A, B, C, D)* sind angenähert äquidistant und entsprechen einem Wert



Abstand *(d)* Zwischen S_1 und S_2.
Fig. 3.

der halben Wellenlänge, der mit dem früher gefundenen (13 cm) gut übereinstimmt. Man findet nämlich (approximativ):

$$AB\,^{1)} = 6{,}5 \text{ cm}; \; BC = 6{,}7 \text{ cm}; \; CD = 6{,}8 \text{ cm}$$
$$\text{oder im Mittel } d = 6{,}7 \text{ cm}.$$

Die halbe Wellenlänge beträgt demnach

$$2 \times 6{,}7 \cos 11^{\circ} = 13{,}1 \text{ cm}.$$

Die geringe Abweichung dieses Wertes vom 13.0 cm liegt innerhalb der Fehlergrenzen. Die Punkte *A, B, C* und *D* sind sämmtlich im Verhältnis zu den entsprechenden der Kurven I und II in Fig. 2 nach links verschoben. Die Grösse dieser Verschiebung ergiebt sich aus der folgenden Tabelle:

---

[1]) Die Strecke *AB* bedeutet die Differenz der Abscissen der Punkte *B* und *A*.

A	6,7 − 4,0 = 2,7 cm
B	2 × 6,7 − 10,5 = 2,9 „
C	3 × 6,7 − 17,2 = 2,9 „
D	4 × 6,7 − 24,0 = 2,8 „
	Mittel 2,8 „

Diese Verschiebung entspricht einer *Verkleinerung* der am Gitter (S_2) erlittenenen Phasenverzögerung der elektrischen Kraft gegen die an dem Metallspiegel (S_1) erlittenen von der Grösse

$$\frac{2{,}8}{13{,}4} \times 2\pi = 0{,}42\,\pi$$

Bei der Reflexion von dem aus 11 cm langen kreisförmigen Resonatoren bestehenden Gitter erlitten also die 26 cm langen Wellen eine Phasenverzögerung der elektrischen Kraft $= \pi - 0{,}42\,\pi = 0{,}58\,\pi$. Als die Gitterelemente mit den einfallenden Wellen isokron waren, war die Phasenänderung, wie oben nachgewiesen wurde, $= \pi$. Bei Verkleinerung der Eigenperiode der Gitterelemente nimmt also die durch Reflexion bewirkte Phasenänderung der elektrischen Kraft ziemlich rasch ab.

Die Kurve II in Fig. 3 zeigt eine Verschiebung der Maxima und Minima nach *rechts* und gleichzeitig eine Vergrösserung der gegenseitigen Abstände *(d)* dieser Punkte. Man findet $A''A' = 7{,}0$ cm, $A'B' = 7{,}5$ cm, $B'C' = 7{,}2$ cm oder im Mittel $d = 7{,}2$ cm. Für die halbe Wellenlänge $\frac{\lambda'}{2}$ ergiebt sich also jetzt der Wert

$$\frac{\lambda'}{2} = 2 \times 7{,}2 \cos 11^\circ = 14{,}1 \text{ cm}.$$

Die Vergrösserung der Wellenlänge lässt sich vielleicht, falls sie nicht auf Nebenumstände zurückzuführen ist, da-

durch erklären, dass das Gitter ein selektives Reflexionsvermögen besitzt, indem es diejeningen Schwingungskomponenten am stärksten reflektiert, die mit seiner Eigenperiode angenähert isokron sind. Nach einigen von mir früher ausgeführten Versuchen [1]) richtet sich nämlich die mit einem geradlinigen Resonator gemessene Wellenlänge nicht ganz nach seiner Eigenperiode sondern zum Teil auch nach der der erregenden Wellen. Ein Einfluss der Eigenperiode des Gitters auf die mit einem geradlinigen Resonator gemessene Wellenlänge kann demnach erwartet werden. Bei dem aus 11 cm langen Drähten bestehenden Gitter war allerdings kein solcher Einfluss merkbar. In diesem Falle war jedoch der Unterschied zwischen der Eigenperiode des Gitters und der des Resonators nicht so gross wie im dem hier betrachteten Falle. Es scheint ausserdem nicht ausgeschlossen zu sein, dass das Gitter einen Einfluss auf die Dämpfung der von ihm reflektierten Schwingungen ausübt und zwar so, dass die von dem Gitter mit den längeren Elementen reflektierten Schwingungen etwas schwächer gedämpft seien als die von dem Gitter mit den kürzeren Elementen reflektierten.

Die Grösse der schon erwähnten Verschiebung der Punkte A'', A', B' und C' der Kurve II in Fig. 3 ergiebt sich aus der folgenden Tabelle (die Lage der Punkte A'', A', B' und C' lässt sich jedoch nur angenähert bestimmen):

A''	2,0 cm
A'	9 − 7,2 = 1,8 „
B'	16,3 − 2 × 7,2 = 1,9 „
C'	23,7 − 3 × 7,2 = 2,1 „
	Mittel 2,0 „

[1]) *K. F. Lindman*, Öfvers. af Finska Vet. Soc.:s Förh. LI, Afd. A N:o 15.

Diese Verschiebung entspricht einer *Vergrösserung* der vom Gitter bewirkten Phasenänderung gegen die am dem Metallspiegel stattfindende von der Grösse

$$\frac{2,0}{14,4} \times 2\,\pi = 0,28\,\pi.$$

Bei dem aus 15 cm langen kreisförmigen Drähten bestehenden Gitter betrug also die ganze durch Reflexion bewirkte Phasenverzögerung $1,28\,\pi$. *Bei Vergrösserung der Eigenperiode des Gitters über die Isokronitätsperiode hinaus nimmt folglich die durch Reflexion hervorgerufene Phasenänderuug der elektrischen Kraft zu.*

5. Die oben beschriebenen Versuche wurden schon vor etwa zwei Jahren ausgeführt. Vor ihrer Veröffentlichung schien es wünschenswert, sie in einigen Beziehungen zu ergänzen und einige von ihnen gleichzeitig zu wiederholen.

Die halbe Eigenwellenlänge der kreisförmigen 13 cm langen Resonatoren dürfte, wie oben schon erwähnt wurde, einige *mm* grösser als 13 cm sein, obwohl ich einen genauen Wert derselben nicht habe bestimmen können. Das aus Resonatoren von dieser Grösse zusammengesetzte Gitter war also nicht ganz isokron mit den bis jetzt gebrauchten 26 cm langen primären Wellen. Um zu sehen, ob diese Abweichung einen merkbaren Einfluss auf die Phasenänderung bei der Reflexion ausüben könnte, machte ich jetzt die halbe Eigenwellenlänge des Erregers und des auf ihn abgestimmten Messresonators = 13,7 cm, welcher Wert ein wenig grösser als die halbe Eigenwellenlänge der 13 cm langen Gitterdrähte sein dürfte. Das soeben erwähnte Gitter gab jetzt, bei einem Einfallswinkel = 13°, die Interferenzkurve I in Fig. 4. (Die negativen Abscissen entsprechen Verschiebungen des Gitters [S_2 in Fig. 1] nach hinten) Diese Kurve hat ein Minimum (a_0) bei der Abscisse $d = -0,3$ cm, was auch durch die Lage der übrigen Maxima und Minima (a', b', c' und d') dieser Kurve angenähert bestätigt wird.

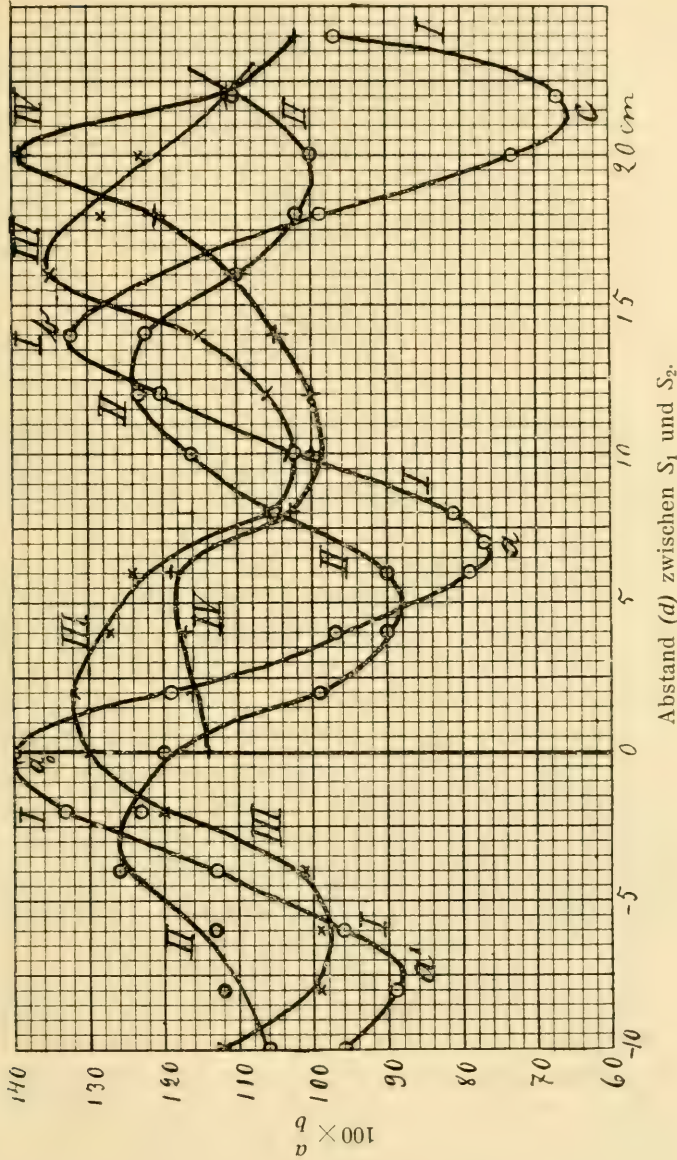


Fig. 4.

Man findet nämlich unter dieser Annahme für die halbe Wellenlänge $\frac{\lambda}{2}$ die folgenden Werte:

a'	$\frac{\lambda}{2} = 2 \times 7{,}2 \cos 13^\circ = 14{,}0$ cm
a	$\frac{\lambda}{2} = 2 \times 7 \cos 13^\circ = 13{,}6$ „
b	$\frac{\lambda}{2} = 14{,}3 \cos 13^\circ = 13{,}9$ „
c	$\frac{\lambda}{2} = \frac{2}{3} \times 21{,}6 \cos 13^\circ = 14{,}0$ „
	Im Mittel $\frac{\lambda}{2} = 13{,}9$ „

Eine geringe Verschiebung der Kurve I nach links war auch zu erwarten, weil, wie schon gesagt, die Eigenperiode der Gitterelemente jetzt etwas kleiner als die Periode der einfallenden Wellen war [1]).

Die Maxima und Minima der Kurve II, die mit dem aus 11 cm langen Resonatoren bestehenden Gitter erhalten wurden, sind gegen die entsprechenden mit einem grossen Metallspiegel zu erhaltenden um im Mittel 2,3 cm nach links verschoben. Es entspricht dies einer Verkleinerung der vom einem Metallspiegel erzeugten Phasenänderung (π) um 0,34 π, welcher Wert ein wenig kleiner als der früher mit demselben Gitter erhaltene Wert 0,42 π ist. (Der Wert 0,42 π dürfte wahrscheinlich, wegen Versuchsfehler, etwas zu gross sein). Ebenso wenig wie die entsprechende Kurve I in Fig. 3 zeigt die Kurve II in Fig. 4 eine Abhängigkeit der Wellenlänge von der Eigenperiode des Gitters.

Die Kurve III (Fig. 4), die mit dem aus 15 cm langen Resonatoren bestehenden Gitter erhalten wurde, zeigt, ähn-

[1]) Dass die Kurve I in Fig. 2 keine solche Verschiebung (in der entgegengesetzten Richtung) aufweist kann dadurch erklärt werden, dass die Periode der 13 cm langen Gitterelemente mit der der 26 cm langen einfallenden Wellen näher übereinstimmt als mit den 27,4 cm langen Wellen. Vielleicht muss hier auch der Umstand in Betracht gezogen werden, dass ein Resonatorengitter diejenigen Schwingungen am stärksten reflektiert, deren Periode ein wenig *kleiner* als die Eigenperiode des Gitters ist (vgl. meine auf S. 1 citierte Abhandlung).

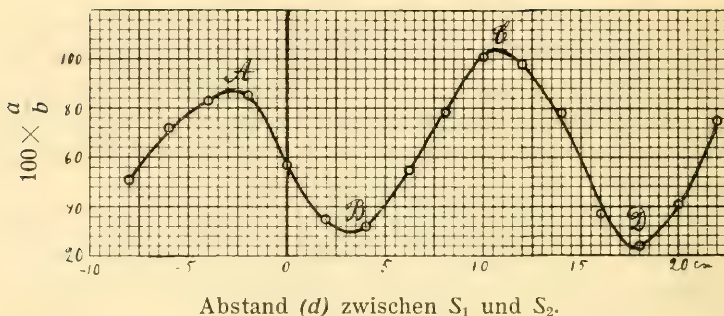
lich wie die Kurve II in Fig. 3, eine Vergrösserung der halben Wellenlänge und zwar von 13,7 cm zu 14,6 cm. Die Verschiebung der Maxima und Minima der Kurve III nach der rechten Seite beträgt im Mittel 2,0 cm, welches eine Vergrösserung der Phasenänderung π um 0,27 π ergiebt. Der entsprechende früher erhaltene Wert war 0,26 π.

Schliesslich wurde noch ein aus 17 cm langen Drähten bestehendes Gitter als Reflektor benutzt. Sein Reflexionsvermögen war aber so schwach, dass die mit ihm ausgeführten Versuche nur wenig genau waren. Die erhaltene Interferenzkurve — die Kurve IV in Fig. 4 – ist ziemlich unregelmässig, zeigt jedoch deutlich eine noch grössere Verschiebung der Maxima und Minima nach rechts als die Kurve III. Eine Vergrösserung der Wellenlänge macht sich auch hier geltend, obwohl ihr Beitrag nicht genügend genau festgestellt werden kann.

6. Da es von Interesse war, die Phasenänderung auch im dem Falle zu untersuchen, dass die Eigenperiode der Gitterelemente gross gegen die des Erregers ist, aber eine kreisförmige Form dieser Elemente dann nicht mehr gern benutzt werden konnte, stellte ich ein Gitter her, dessen Elemente aus 25 cm langen und 0,7 cm dicken im Zickzack gebogenen (siehe Fig. 5) Kupferdrähten bestand.

Fig. 5.

Diese Elemente wurden mit ihrer Längsdimension, die 5 cm betrug, parallel zur Richtung der elektrischen Kraft orientiert und wurden, ähnlich wie die vorher benutzten kreisförmigen Resonatoren, in 7 vertikalen und 8 horizontalen um 10 cm von einander entfernten Reihen in einer und derselben Ebene geordnet (sie waren dabei an dünnen aus Pappe gemachten Leisten befestigt). Als die halbe Wellenlänge des Erregers und des auf ihn abgestimmten Messresonators = 13 cm war, erhielt ich, bei einem Einfallswinkel von 11 , die in Fig. 6 dargestellte Interferenzkurve. (Tabelle IX, pg 21).



Abstand *(d)* zwischen S_1 und S_2.

Fig. 6.

Die Abstände der auf einander folgenden Maxima und Minima sind bezw. $AB = 6{,}1$ cm, $BC = 7{,}2$ cm, $CD = 7{,}2$ cm oder im Mittel 6,8 cm. Man erhält also die halbe Wellenlänge

$$\frac{\lambda}{2} = 2 \times 6{,}8 \cos 11^\circ = 13{,}3 \text{ cm}.$$

Die Abweichung von der halben Eigenwellenlänge (13,0 cm) des Messresonators (und des auf ihn abgestimmen Erregers) ist so gering, dass sie innerhalb der Grenzen der möglichen Versuchsfehler liegen dürfte.

Das Maximum *A* und das Minimum *B* sind von dem Anfangspunkte $(d = 0)$ fast gleich entfernt. Die am Gitter erlittene Phasenänderung muss also angenährt gleich $\frac{\pi}{2}$ oder einem ungeraden Vielfachen von $\frac{\pi}{2}$ sein. Die Erwartung, dass das aus Elementen von grosser Eigenperiode zusammengesetzte Gitter dieselbe Phasenänderung wie ein grosser Metallspiegel geben würde, wurde also nicht bestätigt. Ob eine Einwirkung der Gitterelemente auf einander hier vorhanden war, die die Phasenänderung beeinflusste, muss allerdings als eine noch offene Frage betrachtet werden.

7. Die Frage, ob die Ergebnisse der oben beschriebenen Versuche — sei es mit kreisförmigen oder im Zickzack gebogenen Gitterelementen — den Forderungen der Theorie entsprechen, muss vorläufig unbeantwortet bleiben, da se

mir nicht bekannt ist, dass es eine Theorie gäbe, die auf diese Versuche ohne weiteres angewandt werden könnte.

Sekundäre durch Resonanz erregte elektrische Schwingungen sind von PLANCK [1]) für den Fall theoretisch untersucht worden, dass die Lineardimensionen der als geradlinig gedachten Resonatoren klein gegen die Wellenlänge sind. Falls Erreger und Resonator isokron sind, beträgt nach ihm die durch die Umvandlung der primären Wellen in sekundäre erzeugte Phasenverzögerung $\frac{\pi}{2}$. Die bei den obigen Versuchen angewandten Gitterelemente waren allerdings nicht geradlinig aber jedoch ziemlich klein gegen die Wellenlänge. Dass die bei Isokronismus zwischen den Gitterelementen und den einfallenden Wellen durch Reflexion erzeugte Phasenveränderung nicht gleich $\frac{\pi}{2}$, sondern gleich dem doppelten Betrage dieses Wertes gefunden worden ist, scheint jedenfalls darauf zu deuten, dass die Reflexion nicht als eine sekundäre Ausstrahlung im PLANCK'schen Sinne zu deuten ist [1]).

Es muss aber auch hier bemerkt werden, dass die einzelnen kreisförmigen Gitterelemente, nicht ganz unabhängig von einander wirkten. Ich habe früher [1]) gefunden, dass bei senkrechter Incidenz jedes Element bei Anwesenkeit der übrigen Gitterelemente stärker erregt wird als bei Abwesenheit derselben. Auch eine gegenseitige Einwirkung der Gitterelemente bezüglich ihrer Periode konnte beobachtet werden, obwohl sie bei der hier vorkommenden, verhältnismässig geringen Verteilungsdichte so gering war, dass von ihr in erster Annäherung abgesehen werden konnte. Wie

[1]) Wegen ihrer nahezu geschlossenen Form können in der Tat die kreisförmigen Gitterelemente, wenn sie von ankommenden Wellen erregt werden, nur sehr wenig Energie ausstrahlen. Sie bilden aber gleichzeitig Ausgangspunkte für „sekundäre Störungswellen", indem jede von ihnen einen Teil der auffallenden Energie zerstreut. Diese sekundäre Störungswellen sind es, denke ich, welche *hinter* dem Gitter mit den durchgelassenen primären Wellen interferieren, und *vor* dem Gitter sich zu den *reflektierten* Wellen zusammensetzen.

schon oben gesagt wurde, fielen bei den obigen Versuchen die primären Wellen nicht ganz senkrecht auf das reflektierende Gitter. Alle Gitterelemente wurden also nicht ganz gleichzeitig erregt, und es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, dass dieser Umstand, wegen der zuerst erwähnten gegenseitigen Beeinflussung der Gitterelemente, auf die Phasenänderung ein wenig einwirken konnte. Die benutzten Einfallswinkel waren jedoch so klein, dass diese Möglichkeit kaum in Betracht kommen dürfte.

8. **Zusammenfassung.**

1:o. Werden elektrische Wellen von einem ebenen Gitter reflektiert, dessen Elemente eine kreisförmige Form und in der oben (pg. 3) angegebenen Weise verteilt sind, so erleidet die elektrische Kraft, falls die Gitterelemente mit den einfallenden Wellen angenähert isokron sind, eine Phasenänderung gleich π, d. h. es bildet sich im Gitter selbst ein Knoten der elektrischen Kraft.

2:o. Wenn die Elemente der im Moment 1:o erwähnten Gitter mit den einfallenden Wellen nicht isokron sind, so ist die durch Reflexion bewirkte Phasenänderung der elektrischen Kraft entweder $<$ oder $>$ π, je nachdem die Eigenperiode der Gitterelemente $<$ oder $>$ als die Periode der einfallenden Wellen ist.

3:o. Wenn elektrische Wellen von einem ebenen Gitter reflektiert werden, dessen Elemente im Zickzack gebogen (siehe Fig. 5, pg. 13) *und in der oben* (pg 13) *angegebenen Weise verteilt sind, so erleidet die elektrische Kraft, falls die Eigenperiode der Gitterelemente gegen die Periode der einfallenden Wellen gross ist, eine Phasenänderung, die angenähert* $= \frac{\pi}{2}$ *ist* (oder eventuell gleich einem ungeraden Vielfachen dieses Wertes).

9. **Tabellen.**

Die Koordinaten der in den obigen Figuren dargestellten Kurven sind in den folgenden Tabellen enthalten. Jeder Punkt einer Kurve ist durch 2 bis 5 Doppelablesungen der beiden gleichzeitig benutzten Galvanometer bestimmt worden. Der Ausschlag des mit dem Messresonator verbundenen Galvanometers ist mit a und der gleichzeitige Ausschlag des mit dem Standardindikator verbundenen Galvanometers mit b bezeichnet, obwohl nur der Ausschlag a in Prozenten des Ausschlages b, d. h. $100 \times \frac{a}{b}$, in den Tabellen angegeben ist. Es bedeutet ferner d den senkrechten Abstand des verschiebbaren Gitters oder Spiegels (S_2) von dem festen Spiegel (S_1), wobei ein negativer Wert von d eine Verschiebung des Gitters nach *hinten* angiebt (siehe Fig. 1).

Tabelle I. Kurve I in Fig. 2, pg. 4.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
0	28	29	30	29
6	16	14	14	15
7	13	14	13	13
8	16	16	17	16
10	25	24	22	24
13	30	32	30	31
16	22	22	—	22
19	11	13	—	12
22,5	16	18	—	17
25	29	29	—	29
27	35	35	—	35
28,5	34	32	—	33
30	27	26	—	27

Tabelle II. Kurve II in Fig. 2, pg. 4.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
0	86	84	—	85
5,5	14	13	12	13
6,5	10	11	10	10
8	18	16	19	18
12	65	66	67	66
14	69	67	72	69
16	56	53	55	55
18	37	38	—	38
20	30	31	30	30
22	38	37	35	37
25	62	65	63	63
27	77	76	77	77
29	78	77	76	77
31	68	67	—	68

Tabelle III. Kurve I in Fig. 3, pg. 7.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
0	58	57	57	57
2	49	47	—	48
4	46	45	—	46
6	51	47	50	49
8	59	59	59	59
10	69	66	66	67
12	63	63	64	63
14	54	53	54	54
16	43	44	45	44
18	43	41	42	42
20	46	46	47	46
22	56	57	57	57
24	63	64	—	64
26	59	60	61	60
28	56	55	55	55
30	45	45	—	45

Tabelle IV. Kurve II in Fig. 3, pg. 7.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
0	72	70	71	71
2	73	72	74	73
4	69	68	67	68
6	57	57	57	57
8	50	51	47	49
10	49	50	50	50
12	56	58	58	57
14	65	67	65	66
16	69	72	70	70
18	68	69	69	69
20	59	58	57	58
22	53	55	54	54
24	46	47	49	47
26	50	51	51	51
28	57	57	60	58
30	68	65	68	67

Tabelle V. Kurve I in Fig. 4, pg. 11.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
— 10	97	94	—	96
— 8	88	90	—	89
— 6	97	94	—	96
— 4	114	111	—	113
— 2	130	135	—	133
0	141	138	—	140
2	117	121	—	119
4	100	97	95	97
6	76	81	79	79
7	78	76	—	77
8	81	80	—	81
10	103	100	—	102
12	118	122	—	120
16	132	135	134	134
18	97	103	97	99
20	72	73	—	73
22	68	67	67	67
24	97	97	—	97

Tabelle VI. Kurve II in Fig. 4, pg. 11.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
— 10	104	108	106	106
— 8	112	111	—	112
— 6	111	114	—	113
— 4	124	127	—	126
— 2	124	122	—	123
0	118	121	—	120
2	100	97	—	99
4	90	90	—	90
6	88	92	—	90
8	107	103	—	105
10	117	114	117	116
12	124	122	—	123
14	123	121	—	122
16	112	107	—	110
18	100	104	—	102
20	100	100	—	100
22	108	112	—	110

Tabelle VII. Kurve III in Fig. 4, pg. 11.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
— 10	110	114	112	112
— 8	100	97	100	99
— 6	103	97	96	99
— 4	100	101	102	101
— 2	119	120	—	120
0	131	132	127	130
2	133	129	134	132
4	128	126	—	127
6	125	123	—	124
8	106	106	—	106
10	103	103	103	103
12	106	106	—	106
14	113	116	—	115
16	138	132	—	135
18	129	126	—	128
20	123	122	—	123
22	110	112	—	111

Tabelle VIII. Kurve IV in Fig. 4, pg. 11.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
0	114	114	—	114
2	116	116	—	116
4	116	117	—	117
6	118	120	—	119
8	100	106	—	103
10	103	97	—	100
12	100	100	—	100
14	103	106	—	105
16	111	109	—	110
18	119	123	—	121
20	141	137	—	139
22	109	109	115	111
24	103	100	—	102

Tabelle IX. Die Kurve in Fig. 6.

d in cm	$100 \times \frac{a}{b}$			Mittelwert
— 8	51	50	—	51
— 6	72	71	—	72
— 4	83	82	—	83
— 2	84	86	—	85
0	57	57	57	57
2	35	35	—	35
4	32	31	32	32
$6{,}3$	55	55	—	55
$8{,}1$	79	77	—	78
10	100	102	—	101
12	103	96	96	98
14	68	68	—	68
16	38	36	—	37
18	22	26	25	24
20	40	42	42	41
22	77	73	—	75

Helsingfors, Physikalisches Laboratorium der Universität, im April 1911.

Öfversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar,
Bd. LIII 1910—1911. Afd. A N:o 20.

Beobachtungen während einer ornithologischen Studienreise nach dem Nordpolarmeer und Spitzbergen im Sommer 1910

von

Ludv. Munsterhjelm.

Während einer 5 Monate langen Reise nach dem Nordpolarmeer und Spitzbergen an Bord des Walfängerschiffes „Balaena" im Sommer 1910 hatte ich reiche Gelegenheit zu Beobachtungen über die Ornis dieser Gegenden. Ist die Vogelwelt von Spitzbergen auch bereits von früheren Forschern wiederholt und in vortrefflicher Weise geschildert worden, so will ich doch auch meine Beobachtungen veröffentlichen, da dieses Material immerhin das bereits vorhandene vervollständigt. Als neu für Spitzbergen ist eine Art, *Falco gyrfalco* var. *islandus* Gmel. zu betrachten. Im Folgenden werde ich mich nicht auf eine Erörterung der beobachteten seltenen Arten beschränken, sondern alle diejenigen Arten, welche mir auf der Reise zu Gesicht gekommen sind, behandeln. Bei der Ausarbeitung stand mir eine grössere Bibliothek nicht zur Verfügung. Ich muss mich deshalb darauf beschränken, nackte Tatsachen zu bieten, deren Verwertung künftigen Forschern vorbehalten bleibt.

Ein Drittel von der Zeit habe ich auf dem Meere westlich von der Bäreninsel und Spitzbergen verbracht, zwei Drittel derselben auf Prinz Carls Vorland und den Bellsund verteilt. Ursprünglich war es meine Absicht diese zwei

Gegenden jede für sich zu behandeln, dann aber habe ich mich entschlossen sie zusammen zu besprechen, weil sie sich doch intim berühren. Denn gewöhnlich werden alle die Arten, die man draussen auf dem Eismeer trifft, auch auf Spitzbergen gefunden, obwohl einige Ausnahmen von dieser Regel vorkommen können.

Meine Notizen auf dem Polarmeere habe ich am ersten Mai angefangen, als wir uns auf 73° 31′ N. Lat. und 14° 50′ E. Long. befanden und das Vogelleben allen Einfluss von Norwegen verloren hatte. Schon einige Tage vorher hatten wir den letzten Repräsentanten der Fauna der norwegischen Küste — nämlich *Larus marinus* — aus unseren Blicken verloren.

Ein grosser Teil der auf der Reise erbeuteten Vögel und Eier befindet sich im Besitz des zoologischen Museums in Helsingfors.

Fam. **Turdidae.**

Saxicola oenanthe (L.).

Donnerstag den 12 Mai, als wir uns auf 74° 50′ N. Lat. und 11° 43′ E. Long. befanden, kam ein einsames ♀ zu dem Schiff und setzte sich auf eine von den Harpunenkanonen. Nachdem es nach einigen Minuten seine Federn in Ordnung gebracht hatte, flog es wieder gegen Nordost.

Fam. **Fringillidae.**

Plectrophanes nivalis (L.).

Am ersten Mai kam eine einsame Schneeammer an Bord, wo sie begierig von der Grütze, die man ihr zuwarf, zu fressen anfing. Der Seegang war hoch und das Schiff schlingerte heftig, wodurch der Vogel, der wahrscheinlich sehr müde war, von einer Welle, die über das Schiff ging, ins Meer geschleudert wurde, wo er nach einer

Weile von einem *Fulmarus glacialis* angegriffen und gefressen wurde. Am selben Tag flogen 3 Exemplare gegen N an uns vorüber. Wir waren dann auf 73° 31′ N. Lat. und 14° 50′ E. Long.

Während unseres Aufenthalts auf dem Meer, wurden ausserdem noch folgende Beobachtungen über diese Art gemacht:

Den 9 Mai auf 75° N. Lat. und 8° 15′ E. Long. ein Pärchen gegen Nordost fliegend.

Den 11 Mai 6 Ex. gegen Nordwest 74° 59′ N. Lat. und 8° 23′ E. Long.

Den 13 Mai 4 Ex. gegen Nordwest 74° 50′ N. Lat. und 11° 43′ E. Long.

Den 18 Mai 1 Ex. gegen Nordost 75° 12′ N. Lat. und 12° 8′ E. Long.

Den 2 Juni 1 Ex. gegen Nordost 75° 59° N. Lat. und 8° 34′ E. Long.

Nur eines von diesen Exemplaren setzte sich auf das Schiff um zu ruhen, die anderen flogen weiter, entweder direkt oder nachdem sie das Schiff einige Mal umkreist hatten.

Bei der Ankunft am 13 Juni an die grösste von den Vorlandsinseln, wurde dort ein Pärchen von dieser Art beobachtet, und am 30 Juni fand ich da in einer von Steinen aufgebauten Seekennung ein Nestchen mit 6 stark bebrüteten Eiern (N:o 55). Das Nestchen, das zu äusserst aus verwelktem Gras und Moos gebaut war, war an der innern Seite rundum mit einer dicken Lage von Gänse-, Eiderenten- und Möwenfedern *(Larus glaucus)* bekleidet.

Auf den andern Vorlandsinseln sah ich diese Art nicht, dagegen wurde sie überall auf dem Vorland gefunden. So war sie sehr häufig in den Gebirgen, die sich von Cape Cold gegen N erstrecken, wo ich auch am 24 Juni ein Nest mit 5 frischgelegten Eiern (N:o 44) fand. Das Nest, das in einem Spalt in dem Felsabhang ca 0,5 Meter tief lag, bestand aus verwelktem Gras und war an der innern Seite mit einer dicken Lage von Schneehuhnfedern bekleidet. Bei dem Nest hielt sich zur Zeit das Pärchen

auf, von welchem das Weibchen geschossen wurde (N:o 187).

Überall im Bellsund wurde diese Art gesehen. Auf der Axelinsel hatte ein Pärchen sein Nest in der Steinbekleidung des dort stehenden Überwinterungshauses, welches dem norwegischen Staat gehört, doch war das Nest nicht erreichbar. Am 15 Juni fand ich in Mitterhuken in einem Grabhügel ein Nest mit 5 beinahe flugfertigen Jungen.

Am 29 Juli wurden folgende Exemplare geschossen:

N:o 196, ♂ in Sommertracht,

N:o 197, ♀ im Jugendkleid von folgendem Aussehen: Der Kopf, das Genick, der Oberrücken und der Bürzel olivengrau. Der Sattel rostbraun. Das Kinn und der Hals olivengrau, bei dem Schnabelwinkel heller. Bauch und Steiss schmutzig weiss. Die Handschwingen schwarzgrau mit schmalen hellen Säumen in der Aussenfahne. Der untere halbe Teil der Unterarmschwingen grau, der obere weiss. Oberarmschwingen weiss. Die Flügeldeckfedern schwarzgrau mit schmalen, hellen Säumen, und grauschwarz mit breiten hellbraunen Säumen. Die Schulterfedern schwarz mit breiten weissen Spitzen. Die Schwanzfedern völlig entwickelt und ausgefärbt. Der Unterschnabel gelb mit dunklerer Spitze. Der Oberschnabel grau mit einem helleren Farbenton längs dem Kieferrand. Die Füsse grauschwarz. Länge 160 mm.

N:o 199 im ersten Jugendkleid. Es gleicht dem Vorhergehenden, doch sind die Schwanz- und Schwingenfedern nicht ausgewachsen, ferner hat es einige lange, über die Federn hervorstehende Daunen auf dem Kopf. Der Schnabel hellgelb. Die Füsse hellgrau. Länge 115 mm.

In Van Keulen Bay wurden später in dem Sommer unter den dort vorkommenden „Weissfisch"-Skeletten *(Delphinapterus leucas)* reichlich Schneeammern beobachtet. Im Anfang glaubte ich, dass dieses daher kam, dass die Vögel dort möglicherweise vorkommende Larven von Fliegen fingen, aber bei dem Sezieren von einigen geschossenen Exemplaren, zeigte es sich, dass ihre Kröpfe und Magen mit Pflanzenteilen — hauptsächlich den kleinen roten Blattknospen von *Saxifraga cernua* — gefüllt waren.

In der späteren Hälfte des August schien der Herbstzug der Art zu beginnen. So sah ich den 17 und den 20 August grosse Scharen aus dem innern von Van Mijen Bay gegen das Meer ziehen. Aber noch am 14 Sept. sah ich in Recherche Bay in dem Schnee, der am vorhergehenden Tag gefallen war, Spuren von einer kleineren Schar Schneeammern.

Von einem der Teilnehmer an einer Überwinterungsexpedition, die ihre Station bei Saddle Mount auf Prinz Carls Vorland hatte, erhielt ich einen Auszug aus seinen Notizen über die Ankunftzeit der Vögel. Aus diesem geht hervor, dass die erste „Snetiting“ bei dem Überwinterungshaus schon am 29 März gesehen wurde. Als die Beobachtung gemacht wurde, herrschte Schneesturm.

Das Gelege N:o 44 von welchem ein Ei während des Transportes von Spitzbergen zerbrochen worden ist, hat folgende Masse:

$$\frac{21{,}_2 - 20{,}_8 - 20{,}_6 - 20{,}_0}{15{,}_0 - 15{,}_5 - 16{,}_0 - 16{,}_3}.$$

Von dem Gelege N:o 55 das stark bebrütet war, wurden bei dem Ausblasen 3 Eier zerbrochen. Die drei erhaltenen haben folgende Masse:

$$\frac{21{,}_6 - 21{,}_2 - 21{,}_0}{16{,}_1 - 16{,}_2 - 16{,}_0}.$$

Fam. **Strigidae.**

Athene nyctea (L.).

Am 16 August sah ich ein einsames Exemplar von dieser Art in „Smådalen“, Van Mijen Bay. Der Vogel war sehr scheu, weshalb es mir nicht gelang ihm innerhalb Schussweite nahe zu kommen. Nachdem er sich einige Male ein bischen vor mir zurück gezogen hatte, flog er zuletzt aus dem Tal, und es war mir später nicht möglich ihn wieder zu finden.



Falco gyrfalco, var. *islandus* Gmel.

Diese Art ist selten auf Spitzbergen, aber ein mit völlig entwickelten Brutflecken versehenes Weibchen, das dort im Jahre 1894 wahrgenommen worden ist, beweist, dass sie wenigstens zuweilen dort gebrütet hat.

Fam. **Falconidae.**

Falco æsalon (Tunst.).

Am 1 Mai, als wir uns auf 73° 31′ N. Lat. und 14° 50′ E. Long. befanden, kam ein ♂ von dieser Art und setzte sich in das Takelwerk der „Balæna". Das heftige Schwanken des Schiffes verursachte, dass es bald weg flog. Es wurde draussen von einigen Exemplaren von *Larus glaucus* heftig angegriffen, weshalb es wieder zu dem Schiff zurück kam. Es wurde dann geschossen. Das Exemplar, das in guter Kondition war, hatte vollständig leeren Kropf und Magen. Der Darm war erfüllt von einer schwarzen verdauten Masse. Testes sehr geschwollen. Es herrschte an diesem Tag ein heftiger westlicher Sturm. Masse: Totallänge 290; Flügellänge 215; der Lauf 36; die Mittelzehe mit Kralle 36. Alles in mm.[1])

Falco gyrfalco var. islandus Gmel.

(Fotografie.)

Am 17 Sept. wurde auf dem Land in der Recherche Bay ein trocknes Exemplar von dieser Art gefunden. Der Bauch und die linke Seite des Kopfes, welche der Erde zugekehrt waren, sind ein wenig beschädigt, dagegen sind die oberen Partien gut erhalten. Die Krallen zeigen eine sehr starke Abnutzung.

[1]) Nach der Angabe des Kapitäns Fredrik Svendsen, hatte das Schiff „Hvidfisken" während es Mitte Mai auf 74 N. Lat. und 10 E. Long. lag, eines Tages Besuch von einem kleinen Falken, der nach der Beschreibung ein *Falco æsalon* sein könnte.

Infolge des trockenen Zustands des Exemplars sowie auch weil der Kopf dicht an dem Körper angetrocknet war, kann kein genaues Längenmass genommen werden.

Die Detailmasse sind folgende:

Flügellänge	335,0	mm
Schwanz	196,0	„
Länge des Schnabels von der Wachshaut an	25,0	„
„ „ „ „ dem Mundwinkel an	34,5	„
„ „ „ „ dem Nasenloch an	21,5	„
Höhe „ „ bei den Nasenlöchern	16,5	„
Lauf	42,5	„
Mittelzehe mit Kralle	60,0	„

Sowohl die Schwingen wie die Schwanzfedern sind stark abgenutzt.

Die Art ist neu für die Fauna von Spitzbergen. Sowohl MALMGREN (Öfvers. af Kongl. Vet. Ak. Förh. 1863, p. 113) wie von HEUGLIN (Reisen nach dem Nordpolarmeer in den Jahren 1870 und 1871, p. 83) sagen zwar, dass dieser Falke früher auf Spitzbergen beobachtet sei, stützen aber ihre Angaben nur auf die Berichte einiger Fangmänner. Doch kann man sich auf die Aussage solcher Männer nicht immer verlassen, weshalb auch KOLTHOFF (Bidrag till kännedomen om Norra Polartrakternas däggdjur och fåglar, p. 98, Kongl. Sv. Vet. Ak. Handl. Band 36. N:o 9) diesen Vogel aus der Fauna Spitzbergens gestrichen hat.

Fam. **Tetraonidae.**

Lagopus hemileucurus (Gould).

Von Fangmännern, die auf Prinz Carls Vorland zum Überwintern stationiert waren, hatte ich gehört, dass das Schneehuhn in der Winterzeit in Menge sowohl bei Saddle Mount wie Cape Gold angetroffen worden war. Als ich am 24 Juni den letzeren Platz besuchte, hoffte ich deshalb

auch in dieser Jahreszeit die Art zu finden. Meine Hoffnung ging auch insofern in Erfüllung, als ich hoch in einem Gebirge ein ♂ fliegen sah. Es schien mit Ausnahme des Kopfes und des Halses, die schon die Sommerfedern trugen, noch vollständig weiss zu sein. Es gelang mir nicht andere Beobachtungen über diesen Vogel auf dem Vorland zu machen.

Am 14 Juli schoss Kapitän Svendsen während einer Renntierjagd in Van Mijen Bay ein ♂, das gewiss krank gewesen war, denn die Federn waren mit Lehm beschmiert. Der Kopf und der Hals hatten völlig entwickelte Sommerfedern und auf dem Rücken sah man hier und da einige braune Federn. Sonst war das Tier weiss. Das Exemplar, das mit einer 12 mm Kugel geschossen worden war, war dadurch so übel zugerichtet worden, das der Balg nicht verwertet werden konnte.

In den letzten Tagen des Juli wurde von Steuermann Kampevold ein Schneehuhnweibchen mit 4 kleinen Jungen in „Rendalen“, Van Mijen Bay, beobachtet.

In dieser Zeit strengte ich mich jedoch vergebens an, selber ein Exemplar zu erhalten. Federn und andre Reste der Art fand ich wohl hier und da in den Gebirgen, aber die Vögel selbst sah ich nicht.

Erst am 11 Sept. schoss ich ein ♂ in dem Gebirge bei „Hamnbukten“ in Van Keulen Bay (N:o 206). Das Exemplar hat folgendes Aussehen: Der Scheitel, das Genick, der Oberrücken und die Seiten des Kopfes braun mit Vereinzelten schmalen weissen Federn. Die Stirn und die Kehle weiss. Auf den Schultern, dem Rücken und Hals sitzen noch einige Sommerfedern, sonst weiss. Die sichtbaren Teile der Schwanzfedern schwarz mit breiten weissen Spitzen. Der Schnabel schwarz mit hellerer Spitze. Die Krallen schwarz. Die rote, nackte Haut über den Augen breit und zuoberst gezackt.

Am 13 Sept. wurden 4 Exemplare von folgendem Aussehen erbeutet:

N:o 207 junges ♂. Ist dem Vorgehenden ähnlich, hat aber die Sommerfedern des Kopfes, des Halses, der Brust

und des Rückens feiner gewellt. Der Schnabel heller. Die Krallen hornfarbig;

N:o 208, altes ♂. In dem Nacken, auf dem Rücken, auf den Flügeldeckfedern und auf der Brust einzelne braune schwarzgewellte Federn — sonst weiss. Der Schnabel schwarz. Die Krallen hornfarbig;

N:o 209, junges ♀. Gleicht in allem dem Vorigen, hat aber mehr Sommerfedern auf dem Rücken;

N:o 210, altes ♀. Ganz weiss mit einer einzigen gelbbraunen Feder unter den rechten Flügeldeckfedern. Schnabel schwarz. Krallen hornfarbig.

Am 18 Sept. wurden folgende Exemplare geschossen:

N:o 211, altes ♂. Auf dem Kopf, den Schultern und auf den Flügeldeckfedern einige gelbbraungewellte Federn. Sonst weiss. Der Schnabel schwarz mit ein wenig hellerer Spitze. Die Krallen hornfarbig;

N:o 212, altes ♀. Die Federtracht gleicht der von N:o 211. Der Schnabel schwarz — nur an der Spitze und dem Wurzelteil des Unterschnabels dunkel hornfarbig;

N:o 213, altes ♀. Ganz weiss. Der Schnabel und die Krallen gleichen denen des Vorhergenden.

Die Masse dieser Exemplare sind folgende:

	Geschlecht	Länge	Flügel	Schwanz	Schnabel: Länge von der Stirn an	Schnabel: Länge von den Nasenlöchern an	Schnabel: Länge von dem Mundwinkel an	Schnabel: Höhe	Lauf	Mittelzehe mit Kralle	Mittelkralle
N:o 206	♂	450,0	240,0	131,0	21,0	12,0	23,0	10,0	35,5	47,0	22,5
„ 207	♂	410,0	229,0	127,0	16,0	10,0	22,5	8,7	31,5	39,0	14,0
„ 208	♂	460,0	235,0	141,0	18,5	11,0	24,5	9,5	32,0	45,5	17,0
„ 209	♀	440,0	227,0	137,0	16,5	10,0	22,5	9,0	34,0	38,0	16,5
„ 210	♀	445,0	235,0	138,0	19,5	11,0	25,5	9,0	31,5	48,5	24,0
„ 211	♂	475,0	238,0	148,0	20,0	12,0	24,5	9,5	30,5	50,0	21,0
„ 212	♀	435,0	220,0	123,0	16,5	11,2	22,5	8,5	32,0	41,5	17,0
„ 213	♀	445,0	230,0	135,0	19,5	10,5	23,5	9,5	28,0	42,0	18,0

Noch drei Exemplare wurden am 20 Sept. geschossen, von welchen 2 ♂♂ und eins ♀ waren. Diese Exemplare habe ich dem Tromsöer Museum geschenkt.

Bei dem Abbalgen der Vögel zeigte es sich, dass sie alle sehr fett waren. Unter den Bälgen hatten sie eine dicke Schicht von Fett, die den Körper vollständig umgab. In der Bauchhöhle war der Darm förmlich eingebettet in Fett. Die Kröpfe waren immer beinahe unförmlich gefüllt, und gaben dadurch dem Vogel ein grösseres Aussehen. Nach dem Inhalt der Kröpfe zu urteilen, scheint es, dass das Futter des Spitzbergschneehuhns wenigstens zu dieser Zeit des Jahres in Blumen und Samengehäusen des *Papaver radicatum,* in den kleinen roten Blattknospen von *Saxifraga cernua*, sowie den Blättern und Samengehäusen der *Cocelcaria groenlandica* besteht, welche alle hoch droben an den Felsabhängen wachsen.

Von Leuten, die dort überwintert hatten, hörte ich, dass die Schneehühner später im Herbst von ihrem Sommeraufenthalt nach niedriger gelegenen Plätzen ziehen, und dann dort oft in grosser Menge gefunden werden. Sie zeigen sich dann so wenig scheu, dass sie sogar leicht mit Steinen oder dergleichen getötet werden können.

Fam. **Charadriidae.**

Aegialites hiaticula (L.).

Am 7 Juni, als wir uns auf 75° 50′ N. Lat. und 8° 31′ E. Long. befanden, flog am Abend ein einsames Exemplar von dieser Art unter eifrigem Locken mehrmals um das Schiff herum. Als ich seinen Lockruf nachahmte, flog es sogar einige Male innerhalb des Schiffes. Zuletzt wandte er sich jedoch weiter gegen N. Auf Spitzbergen gelang es mir nicht diese Art zu finden.

Strepsilas interpres (L.).

Am 13 Juni traf und schoss ich am Strande der grössten der Vorlandsinseln ein einsames Exemplar dieser Art. Der Vogel fiel auf den am Strande schwimmenden Tang, den ich weder mit einem Boot noch von dem Lande aus erreichen konnte. Als ich am folgenden Tage den Platz wieder besuchte um möglicherweise meine Beute zu erhalten, war aller Tang und ebenso der Vogel verschwunden.

Fam. **Totanidae.**

Tringa striata (L.).

Anfang Juni wurden von der Mannschaft der „Balæna" — gewöhnlich bei Nacht — kleinere Scharen und einzelne Exemplare von kleinen grauen „Strandvögeln" gesehen, welche wahrscheinlich zu dieser Art gehörten. Selbst hatte ich keine Gelegenheit sie zu sehen, denn das stürmische Wetter, das zu dieser Zeit herrschte, zwang mich meistens mich unter Deck aufzuhalten.

Als ich am 13 Juni nach dem Vorland kam, war die Art sehr häufig am Strande sowohl als auch auf den Inseln in der Nähe.

Am 24 Juni fand ich sein Nest an einem Felsabhang bei Cape Cold, etwa 5 Kilometer vom nächsten Strand. Das Nest, das 4 frischgelegte Eier (N:o 45) enthielt, lag auf einem mit *Cladonia* bewachsenen Stein und bestand nur aus einer 10 cm breiten und 4 cm tiefen Vertiefung im Moos. Am 30 Juni fand ich wiederum ein Nest mit 4 frischgelegten Eiern auf dem Vorland (N:o 56). Ausserdem wurden am 14 Juli drei Nester mit je 4 stark bebrüteten Eiern in „Bysa dalen", Van Mijen Bay, gefunden. Alle diese Nester wurden in einer Entfernung von etwa 2 bis 8 km von dem Strande gefunden, und das Aussehen gleicht demjenigen der N:o 45.

Ein am 29 Juli wahrgenommenes Junges (N:o 200), das noch nicht flügge war, hatte folgendes Aussehen: Oben

schwarz mit gelbbraunen Federsäumen. Auf dem Scheitel, auf den Seiten des Kopfes, sowie unter den Augen schwarze Bänder auf gelbbraunem Grund. Graue Ohrflecken. Die Kehle und die Seiten des Halses weiss. Das Genick braun-, schwarz- und weissgefleckt. Die grauen Federn der Brust haben weisse Säume. Der Bauch gelblich weiss. Längs der Mitte der Brust und des Bauches geht ein Streifen von grauen, langen Daunen, welche sich mit den dunkelgrauen, weissgespitzten Daunen des Steisses und des Schenkels vereinen. Die Daunen des Bürzels schwarz mit weissen Spitzen. Die Daunen des Schwanzes schwarz mit braunen Spitzen. Die Schwingenfedern schwarz mit weissen Säumen. Die oberen Flügeldeckfedern schwarz mit gelbbraunen Säumen. Unter diesen ragen schwarze braungespitzte Daunen hervor. Die Unterseite des Flügels grau. Die untern Flügeldeckfedern fehlen. Die Spitze des Schnabels schwarz, die Wurzel grau. Die Füsse olivenbraun. Die Länge 140 mm.

Als wir am 29 Sept. Spitzbergen verliessen, sah ich die Art noch an mehreren Stellen im Bellsund.

Die Masse von 6 Exemplaren sind folgende:

	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Lauf	Mittelze mit Kralle	Schwanz
N:o 114	♂	200,0	123,0	27,5	20,0	25,0	60,0
„ 116	♀	215,0	131,5	31,0	21,0	26,5	60,0
„ 117	♂	210,0	124,0	27,0	20,5	26,0	55,0
„ 118	♂	206,0	119,0	28,0	20,0	26,0	56,5
„ 199	♂	210,0	123,0	28,0	20,0	25,5	63,0
„ 200	♂	140,0	65,0	18,0	19,5	25,0	—

Zwei Gelege haben folgende Masse:

N:o 45, $\frac{36,5 - 37,1 - 36,2 - 36,0}{26,0 - 26,0 - 26,0 - 25,5}$; N:o 56, $\frac{36,0 - 35,8 - 35,2 - 33,7}{25,5 - 26,0 - 25,2 - 26,1}$

Calidris arenaria (L.).

Am 13 Juni traf und schoss ich am Strande der Grössten der Vorlandsinseln ein einsames ♂ von dieser Art (N:o 113). Die Masse dieses Exemplares sind folgende:

Länge	190,0	mm
Flügel	120,0	„
Schwanz	50,0	„
Länge des Schnabels von der Stirn an	24,5	„
Lauf	22,0	„
Mittelzehe mit Kralle	20,0	„

Das Exemplar hat völlig entwickelte Sommertracht.

Diese Art ist bisher sehr selten auf Spitzbergen beobachtet worden. Wahrscheinlich sind diese Exemplare immer verirrte Vögel gewesen, denn sie sind immer einzeln vorgekommen.

N:o 113 hatte sich einer kleineren Schar von *Tringa striata* angeschlossen und obgleich ich die Insel genau untersuchte um möglicherweise mehrere Exemplare von dieser Art zu finden, gelang es mir nicht. Die Hoden des Exemplars waren stark geschwollen.

Phalaropus fulicarius (L.).

Bei der Ankunft nach Spitzbergen am 13 Juni, traf ich diese Art in Überfluss sowohl auf den Inseln als auch auf dem Vorlande. Auf den am südlichen Ende des Vorlandes zahlreich vorkommenden kleinen Inseln, war der Wassertreter sehr häufig, und hier habe ich auch auf einer Insel folgende Nestfunde gemacht:

Am 19 Juni zwei Nester (N:is 26 a und 26 b), eines mit 4 und eines mit 3 frischgelegten Eiern. Die Nestchen waren nur seichte Vertiefungen in dem Boden, der hier aus kleinen Schiefersteinen bestand;

Am 21 Juni 5 Nester, nämlich: eines mit 3 frischgelegten Eiern (N:o 38); eines mit 4 zerbrochenen Eiern; eines mit 2 Eiern, von denen eines ganz und eines zerbrochen

war; eines mit 4 frischgelegten Eiern (N:o 39) sowie eines mit 3 zerbrochenen Eiern. Nach den Löchern in diesen zerbrochenen Eiern zu urteilen, nehme ich an, dass die Seeschwalben, welche in grossen Menge auf dieser Insel nisteten, die Ursache der Zerstörung gewesen sind. Der Schnabel einer Seeschwalbe passte vollständig in das Loch eines Eies von dem Wassertreter, und es ist kaum zweifelhaft, dass diese Löcher von einem Vogelschnabel gemacht worden sind. Wären dagegen Möven oder Raubmöven über die Nester hergefallen, so wären diese kleinen Eier vollständig zerbrochen — oder vielleicht in einem einzigen Schluck gefressen worden.

Bei diesen Inseln wurden zehn von diesen Vögeln geschossen.

Am 23 Juni fand ich am Strande des Vorlands in einem Tanghügel ein Nest mit 4 frischgelegten Eiern (N:o 47). Das Nest war hier nur eine Vertiefung in dem Tang. Die beiden Vögel waren anwesend.

Ausserdem wurden folgende Nestfunde von dieser Art gemacht — und zwar auf dem Vorlande:

N:o 48 —	Nest	mit	4	frischgelegten	Eiern	am	26	Juni,
N:o 51 —	„	„	4	wenig bebrüteten	„	„	28	„
N:o 52 —	„	„	4	stark „	„	„	28	„
N:o 53 —	„	„	3	„ „	„	„	29	„
N:o 54 —	„	„	3	wenig „	„	„	29	„
N:o 57 —	„	„	4	frischgelegten	„	„	1	Juli,
N:o 58 —	„	„	4	„	„	„	1	„ .

Alle diese Nester bestanden nur aus einer Vertiefung in der Erde. Am 28 Juni fand ich ein Ei, das auf einem Mooshügel ohne irgendwelche Unterlage lag. Sicher war es bei einem Unfall dahingeschleppt worden, denn es lag auf den Moosspitzen, und eine von diesen, die ein wenig steifer war, war durch die Schale gedrungen, wodurch ein Teil des Inhalts ausgelaufen und das Ei an der Unterlage (Moos) festgetrocknet war. Dieses Ei zersprang, als ich es auszublasen versuchte.

Eigentümlicherweise traf ich diese Art im Bellsund nicht, obwohl sie mit Gewissheit auch dort an einigen Stellen vorgekommen ist.

Die Masse von 9 Exemplaren sind folgende:

	Geschlecht	Länge	Flügel	Schwanz	Länge des Schnabels von der Stirn an	Breite des Schnabels bei der Stirn	Höhe des Schnabels bei der Stirn	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
N:o 115	♀	225,0	134,0	65,0	24,0	5,0	5,3	22,0	23,0
„ 143	♀	235,0	130,0	63,0	24,5	5,5	5,5	21,5	21,5
„ 144	♂	215,0	123,0	63,0	23,0	4,0	4,5	20,5	21,5
„ 145	♂	210,0	123,0	59,5	23,0	4,5	5,0	21,5	22,0
„ 146	♀	220,0	133,0	64,0	23,0	5,0	5,0	20,5	21,5
„ 147	♀	220,0	135,0	63,0	22,0	5,0	5,0	20,5	21,5
„ 148	♂	205,0	122,0	64,0	22,0	5,0	5,0	19,5	20,5
„ 149	♂	215,0	127,0	60,5	21,5	5,0	4,5	22,0	22,0
„ 150	♂	205,0	128,0	60,0	22,0	5,0	5,0	21,5	22,0

Die Eier von zehn Gelegen zeigen folgende Masse:

N:o 26 a, $\frac{33{,}0 - 32{,}2 - 31{,}2 - 31{,}1}{22{,}0 - 22{,}0 - 21{,}5 - 22{,}0}$; N:o 26 b, $\frac{32{,}1 - 30{,}0 - 29{,}2}{20{,}1 - 21{,}0 - 21{,}1}$;

N:o 38, $\frac{31{,}0 - 30{,}8 - 29{,}5}{21{,}5 - 21{,}6 - 22{,}0}$; N:o 39, $\frac{31{,}0 - 29{,}9 - 29{,}2 - 29{,}1}{23{,}0 - 21{,}8 - 22{,}0 - 22{,}5}$;

N:o 47, $\frac{30{,}3 - 30{,}0 - 30{,}0 - 29{,}5}{21{,}8 - 21{,}9 - 21{,}5 - 22{,}1}$; N:o 48, $\frac{32{,}1 - 32{,}0 - 32{,}0 - 31{,}3}{22{,}0 - 22{,}1 - 22{,}0 - 21{,}8}$;

N:o 51, $\frac{31{,}5 - 31{,}0 - 30{,}2 - 30{,}0}{21{,}0 - 22{,}0 - 22{,}0 - 21{,}2}$; N:o 52, $\frac{32{,}6 - 30{,}3 - 30{,}0 - 29{,}0}{22{,}0 - 21{,}2 - 21{,}2 - 21{,}9}$;

N:o 53, $\frac{30{,}8 - 30{,}2 - 29{,}5}{21{,}8 - 21{,}8 - 22{,}1}$; N:o 57, $\frac{31{,}1 - 31{,}0 - 31{,}0 - 31{,}0}{21{,}5 - 22{,}0 - 21{,}0 - 21{,}8}$.

Fam. Anatidae.

Anser brachyrhynchus (Baill.).

Am 30 Mai als wir uns auf 76° 25′ N. Lat. und 9° 14′ E. Long. befanden, flogen 3 Exemplare von dieser Art an dem Schiff gegen NNE vorüber. Bei dieser Gelegenheit herrschte ein starker NNE Sturm, und die Gänse flogen niedrig über dem Wasser.

Ich sah diese Art auch auf Prinz Carls Vorland, als eine Schar von 5 Vögeln an meinem Haus vorüber gegen das Meer in nordöstlicher Richtung flog.

Bei Cape Cold an der westlichen Küste des Vorlandes wurden mehrere Pärchen von der Art beobachtet, und dort wurde auch am 24 Juni ein Nest mit 5 bebrüteten Eiern gefunden. Dieses lag etwa 50 Meter hoch an dem Felsabhang und bestand aus einer Vertiefung in der Erde, die mit etwas Moos und reichlich mit Daunen bekleidet war. Bei dieser Gelegenhet gelang es mir auch ein Pärchen (N:is 160, ♂ und 161, ♀) von der Art zu schiessen.

Die Masse von diesen Exemplaren sind folgende:

	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Länge des Schnabels von dem Mundwinkel an	Höhe des Schnabels bei der Stirn	Breite des Schnabels bei den Nasenlöchern	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
N:o 160	♂	780,0	450,0	46,0	45,0	26,0	19,0	60,5	77,5
„ 161	♀	710,0	430,0	44,0	46,0	26,0	19,0	63,5	75,0

Am 2 Juli flog eine Schar von 5 Exemplaren an unserem Hause gegen Süden vorbei.

Am 5 Juli wurden auf den S:t Hans Inseln zwischen dem Eisfjord und Bellsund 2 Nester gefunden — mit je 5 Eiern — das eine mit wenig, das andere mit stark bebrü-

teten Eiern. Zu derselben Zeit wurden eine Menge Gänse gesehen.

Die Art wurde ausserdem an mehreren Stellen im Bellsund beobachtet, z. B. „Mitterhuken", Cape Lyell, „Blåhuken", in dem Braganzatal u. s. w. — wo sie auch wahrscheinlich genistet hat, obwohl ihre Nester nicht gefunden wurden.

Am 14 Juli traf Kapitän Svendsen in Van Keulen Bay eine Schar von Männchen, welche mauserten, und von denen einige geschossen wurden.

Am 24 Juli wurde eine Gans mit 2 Daunenjungen an dem Felsabhang bei „Hamnbukten", Van Keulen Bay, beobachtet.

Zum letzten Mal sah ich diese Art am 15 Sept., als eine Schar von etwa 50 Exemplaren über die Recherche Bay gegen Süden zog.

Die Eier von zwei Gelegen haben folgende Masse:

$$\text{N:o } 43, \frac{81{,}0 - 81{,}0 - 80{,}0 - 77{,}2 - 76{,}2}{52{,}5 - 51{,}5 - 51{,}2 - 51{,}2 - 52{,}0};$$

$$\text{N:o } 65, \frac{76{,}2 - 75{,}0 - 73{,}0 - 73{,}0 - 72{,}0}{54{,}0 - 51{,}0 - 53{,}0 - 50{,}0 - 53{,}0}.$$

Branta bernicla (L.).

Das erste Exemplar von dieser Art wurde am 5 Juni gesehen, als wir uns auf 75° 59′ N. Lat. und 7° 47′ E. Long. befanden. Es wurde geschossen und war ein ♂, dessen Balg jedoch durch einen Unfall zerstört wurde.

Als ich am 13 Juni nach Prinz Carls Vorland kam, waren die in der Nähe gelegenen Vorlands- oder Edinburgh Inseln, noch teilweise mit Schnee bedeckt. Nur die höheren Hügel waren schneefrei, und auf diesen sah man eine Menge von Ringelgänsen. Einige von ihnen hatten

Nester, die grösste Anzahl aber bestand anscheinend aus Vögeln, die ihre Wohnorte nördlicher hatten und hier nur ruhten. Am Anfange meines drei Wochen langen Aufenthaltes auf dem Vorlande sah ich täglich grosse Scharen von Ringelgänsen, die von den Inseln aus gegen Nord-Nordost flogen.

Am 13 Juni schoss ich zur Konservierung 5 Exemplare (N:ris 121, ♂ — 122, ♀ — 123, ♂ — 124, ♀ — 125, ♀). Ausserdem wurden Eier zu demselben Zweck genommen. Die Eier, welche alle mehr oder weniger bebrütet waren, lagen auf einer dicken Unterlage von Daunen des Vogels, welche er am Bauch ausgerissen hatte. In einigen von den Nestern der Ringelgänse lag ein Eiderentenei, welches zu beweisen scheint, dass Ringelgänse, sowohl wie Eiderenten Eier von ihren Nachbarn stehlen.

Am 16 Juni wurden auf den Vorlandsinseln 7 Ringelgänse (N:is 127—133), darunter 6 Männchen und ein Weibchen, geschossen. Noch an diesem Tage wurden grosse Scharen von dieser Art beobachtet, die wahrscheinlich hier während ihrer Reise gegen Norden nur ruhten. Auf den Edinburghinseln nisteten viele Pärchen von der Art, dagegen wurden sie nicht auf dem Vorlande oder auf den übrigen an der westlichen Küste gelegenen Inseln gesehen.

Am 6 Juli wurden auf der grössten der Edinburghinseln 3 Daunenjunge, die ihrer Mutter folgten, gesehen. In allen den übrigen beobachteten Nestern sassen noch die Weibchen auf den Eiern.

Am 15 Juli wurde bei Mitterhuken im Bellsund eine aus etwa 50 Exemplaren bestehende Schar mausernder Ringelgänse gesehen, von welchen ich 19 Stück für den Proviant schoss.

Später im Sommer sowie auch im Herbst wurden täglich grosse Scharen von Hunderten von Exemplaren sowohl in der Van Keulen Bay wie auch in der Van Mijen Bay gesehen.

Zum letzten Mal wurde die Art am 15 Sept. gesehen, als eine Schar von etwa 200 Exemplaren über die Recherche Bay gegen Süden flog.

Die Masse für 12 Ex. sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels bis zu der Mitte der Stirn	Länge des Schnabels bis zu den Seiten der Stirn	Länge des Schnabels bis zu dem Mundwinkel	Länge des Schnabels bis zu den Nasenlöchern	Höhe des Schnabels bei der Stirn	Breite des Schnabels bei dem Mundwinkel	Länge des Nagels	Breite des Nagels	Lauf	Mittelzehe mit Kralle	Schwanz
121	♂	625,0	354,0	34,0	40,5	37,0	18,5	20,0	19,0	10,7	11,0	49,5	57,0	110,5
123	♂	630,0	348,0	37,0	43,0	41,0	19,0	19,5	19,0	12,0	11,0	50,0	58,5	103,5
127	♂	628,0	350,0	33,5	39,0	38,0	18,3	20,5	19,0	12,0	11,5	50,0	56,5	104,5
129	♂	650,0	360,0	35,5	41,0	39,0	19,5	20,0	19,5	11,3	12,0	58,5	56,0	115,0
130	♂	620,0	349,0	34,0	41,0	39,5	19,5	20,2	21,5	13,0	13,5	54,0	65,0	106,0
131	♂	615,0	344,0	34,5	40,5	38,3	18,5	20,0	18,0	11,5	10,5	50,0	56,5	103,0
132	♂	640,0	338,0	34,0	41,0	37,0	17,5	20,0	19,0	11,0	11,0	56,5	58,0	108,0
133	♂	625,0	330,0	35,0	41,0	38,5	18,5	20,0	19,5	11,5	12,1	53,0	61,0	109,0
122	♀	605,0	330,0	31,5	38,5	35,0	17,7	18,5	17,5	10,0	11,5	47,5	56,0	107,0
124	♀	595,0	330,0	34,0	38,0	36,5	17,0	18,5	18,0	11,0	10,5	52,0	57,0	109,0
125	♀	600,0	335,0	30,5	37,0	36,0	16,5	18,5	18,0	9,5	11,0	52,0	56,0	102,5
128	♀	605,0	325,0	33,5	39,0	36,0	18,3	18,5	17,5	10,0	10,5	50,0	55,0	104,0

Die Eier von 10 Gelegen (im ganzen 65 St.) haben folgende Masse:

N:o 1, $\frac{70{,}0 - 70{,}0 - 70{,}0 - 70{,}0 - 68{,}5 - 67{,}1}{46{,}0 - 45{,}0 - 44{,}5 - 44{,}0 - 44{,}0 - 46{,}5}$;

" 2, $\frac{73{,}0 - 71{,}2 - 70{,}5 - 70{,}5 - 70{,}0 - 68{,}0 - 66{,}2 - 71{,}0}{48{,}0 - 47{,}1 - 48{,}0 - 46{,}0 - 49{,}0 - 49{,}0 - 45{,}5 - 49{,}1}$;

" 3, $\frac{70{,}0 - 68{,}0 - 67{,}0 - 66{,}5 - 65{,}0 - 60{,}8}{44{,}5 - 46{,}5 - 45{,}1 - 46{,}8 - 47{,}0 - 50{,}7}$;

" 4, $\frac{74{,}0 - 72{,}0 - 71{,}2 - 71{,}2 - 71{,}0 - 70{,}5 - 68{,}0 - 66{,}0}{46{,}5 - 48{,}0 - 50{,}8 - 47{,}2 - 47{,}2 - 45{,}5 - 46{,}0 - 49{,}0}$;

" 5, $\frac{73{,}0 - 72{,}0 - 71{,}2 - 70{,}2 - 70{,}0 - 68{,}0}{47{,}5 - 47{,}0 - 46{,}1 - 47{,}0 - 45{,}0 - 47{,}0}$;

$$\text{N:o } 6,\ \frac{72{,}_5 - 70{,}_5 - 70{,}_0 - 70{,}_0 - 70{,}_0 - 69{,}_5 - 69{,}_5 - 69{,}_3}{49{,}_0 - 48{,}_0 - 48{,}_0 - 48{,}_0 - 47{,}_0 - 47{,}_3 - 47{,}_0 - 48{,}_5};$$

$$\text{„} \ 7,\ \frac{72{,}_0 - 70{,}_5 - 70{,}_0 - 70{,}_0 - 69{,}_0 - 67{,}_0}{42{,}_0 - 47{,}_2 - 48{,}_0 - 45{,}_0 - 46{,}_0 - 46{,}_5};$$

$$\text{„} \ 8,\ \frac{73{,}_0 - 72{,}_0 - 70{,}_0 - 70{,}_0 - 70{,}_0 - 69{,}_0}{46{,}_0 - 47{,}_3 - 47{,}_0 - 46{,}_0 - 46{,}_0 - 46{,}_0};$$

$$\text{„} \ 9,\ \frac{69{,}_0 - 68{,}_1 - 68{,}_0 - 67{,}_2 - 66{,}_8}{47{,}_0 - 47{,}_0 - 46{,}_0 - 47{,}_0 - 47{,}_0};$$

$$\text{„} \ 24,\ \frac{79{,}_0 - 75{,}_0 - 72{,}_0 - 71{,}_0 - 69{,}_0 - 68{,}_1}{46{,}_5 - 48{,}_5 - 47{,}_2 - 46{,}_5 - 47{,}_0 - 47{,}_5}.$$

Wie man aus diesen Massen sieht, zeigen die Eier ziemlich bedeutende Differenzen in der Grösse. Das grösste Längenmass ist hier $79{,}_0$ mm und das kleinste $60{,}_8$ mm. Gewöhnlich sind die Eier in einem Gelege ziemlich gleich, eine Ausnahme findet man in dem Gelege N:o 24, wo die Differenz zwischen dem grössten und dem kleinsten Ei $10{,}_9$ mm beträgt.

Es waren nur einige von den auf den Inseln nistenden Ringelgänsen, die so grosse Gelege wie diese hatten. Die gewöhnliche Eianzahl war 4 und 5. Die Ursache davon ist wohl in den Mengen von *Larus glaucus* und *Lestris crepidata* zu suchen, die immer über die Inseln flogen um die Nester, die für einige Minuten unbeschützt gelassen wurden, zu plündern.

Branta leucopsis (Bechst.).

Am 14 Juli sah ich in „Bysadalen“, Van Mijen Bay, eine Gans unter dem Felsen wandern. Als ich sie mit dem Fernrohr beobachtete, zeigte es sich, dass sie dieser Art angehörte. Alle meine Versuche zu Schuss zu kommen waren vergeblich, denn der Vogel war sehr scheu. Ich betrachtete ihn deshalb nur durch das Fernrohr, bis er nach einer Weile gegen „Rendalen“ flog.

Harelda glacialis (L.).

Am 22 Juni sah ich am Strande des Vorlands in der Nähe der Edinburghinseln zwei Pärchen von dieser Art. Am 24 Juni sah ich ein Pärchen bei Cape Cold.

Am 28 Juni fand ich ein Nest von der Art in der Nähe meines Hauses auf dem Vorlande und etwa 100 Meter von dem Strande. Das Nest, das nur aus einer mit Daunen bekleideten Vertiefung im Moor bestand, lag ohne irgendeinen Schutz auf einem schneefreien Hügel und enthielt ein Ei.

Am 1 Juli erhielt ich ein Gelege mit 7 wenig bebrüteten Eiern (N:o 59). Das Nest, das unter einem vorspringenden Steinrand lag, war mit Moos und Daunen bekleidet.

Am 30 August sah ich bei „Blåhuken", Van Mijen Bay, eine Schar von etwa 100 Exemplaren weiter in den Fjord hineinziehen.

Der Fangmann Svendsen auf dem Vorlande hat in seinem Tagebuch notiert, dass eine grosse Schar von dieser Art zum ersten Mal dort am 12 Februar beobachtet worden ist.

Die Eier der obenerwähnten Gelege haben folgende Masse:

$$\text{N:o } 59, \frac{52{,}8 - 52{,}2 - 52{,}0 - 52{,}0 - 51{,}5 - 51{,}2 - 51{,}0}{36{,}1 - 35{,}2 - 37{,}0 - 36{,}8 - 35{,}1 - 36{,}9 - 36{,}1}.$$

Somateria spectabilis (L.).

Am 7 Juli beobachtete ich ein ♂ von dieser Art, das von der Ederinsel gegen die Recherche Bay flog.

Am folgenden Tage traf ich eine Menge Prachtenten auf der Axelinsel, und es gelang mir dort 3 Exemplare — alle in verschiedenen Trachten — zu schiessen.

N:o 195, a. — ♂ in Prachttracht. Der Schnabelkamm orangegelb; die Schnabelwurzel gelbrot; die Mittelpartie graublau; der Nagel hornblau. Die Spitze des Unterschna-

bels graublau, im übrigen elfenbeingelb. Die Füsse orangegelb, bei den Gelenken dunkler. Die Schwimmhaut schwarzgrau. Der Kopf oben wie auch der Nacken graublau. Der Streifen der Firste sammetschwarz nach und nach in die graublaue Farbe des Scheitels übergehend und an den Seiten sich mit den schwarzen, dreieckigen Flecken bei dem hinteren Teil des Schnabelkammes vereinigend und fortlaufend bis an den Schnabel. Über den Augen hellgrüne Federn mit ganz kleinen schwarzen Spitzen. Unter jedem Auge ein schwarzer Fleck von der Länge des Auges. Die Wangen metallglänzend hellgrün — dunkler gegen den Schnabel. Zwischen den Unterkieferästen eine > förmige schwarze Figur mit der Spitze nach vorne gerichtet, Das Genick in der Halsbiegung ganz weiss, durch ein schmales Band mit den weissen Federn der Schulter vereinigt. Der oberste Teil des Rückens weiss, abwärts nach und nach von grau in schwarz übergehend. Der Bürzel schwarz, an der Seite mit einem grossen weissen Fleck. Die oberen Schwanzdeckfedern schwarz. Die Schwanzfedern braunschwarz mit braungelben Spitzensäumen. Die weissen Federn der Brust und ihrer Seiten haben rostgelbe Spitzen. Unten schwarz. Die Handschwingen dunkelbraun, dunkler gegen die Spitzen zu. Die Armschwingen schwarz. Die Flügeldeckfedern an der Flügelkante braungewellt und schwarz. Der Flügelfleck weiss.

N:o 195, b. — ♂ in Übergangstracht. Die nackten Partien sowie die schwarze Farbe um den Schnabelkamm herum gleichen denen des Vorhergehenden. Die graublauen Federn des Kopfes teilweis abgefallen, so dass die grauen Grunddaunen hier und da hervortreten. Die Nackenbiegung grau. Die Wangen und die Augenkreise gleichen denen des Vorhergehenden. Die Kehle mit weissen graugespitzten Federn. Die schwarze > förmige Figur undeutlicher als die des Vorhergehenden. Der Hals zu oberst grau — nach und nach in die helle, braungelbe Farbe der Brust übergehend. Der Oberrücken schwarzgrau und weiss gewellt. Der Hinterrücken schwarz. Die Flügelfedern braunschwarz. Die Flügeldeckfedern zuoberst braun — unten weiss, ein Quer-

band über dem Flügel bildend. — Unten graubraun mit weissen Deckfedern. Bauch und Steiss schwarz. Die Länge 575 mm.

N:o 195, c. — ♂ in Übergangstracht. Die Füsse schmutzig gelb mit beinahe schwarzen Schwimmhäuten. An den Gelenken des Laufes und der Zehen ist die schmutziggelbe Farbe mit schwarzen Punkten gemischt. Der Nagel des Schnabels hornfarbig. Die Mittelpartie graublau. Der Kamm schmutzig gelb. Der Unterschnabel graublau, an der Spitze hornfarbig. Der Kopf oben braungrau. Unter den Augen gegen den Schnabel hin braune Flecke, nach hinten ein brauner Saum an dem Hals hinuntergehend. An dem Mundwinkel grauweiss. Der Nacken in der Biegung grau. Der Oberrücken hat weisse, schwarzgespitzte Federn, welche sich nach und nach mit den schwarzgrauen, braungespitzten Federn des übrigen Rückens vereinen. Die Flügelfedern braunschwarz mit gräulichen braunen Flügeldeckfedern. Die Brust hat oben ein weisses Querband — ist dahinter grauweiss gewellt — in die grauen, mit braungelben Spitzen versehenen Federn des Bauches übergehend.

Von einem auf der Axelinsel stationierten Fangmann hörte ich, dass von dieser Art dort mehrere Pärchen genistet hätten, was auch zufolge der obenerwähnten Funde wahrscheinlich zu sein scheint. Dagegen fand ich diese Art auf dem Vorland nicht.

Die Masse von einem Exemplar sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Länge des Schnabels von den Nasenlöchern an	Länge des Schnabels von dem Mundwinkel an	Breite des Schnabels bei der Spitze des Federzipfels	Breite des Schnabels bei der Spitze des Stirnwinkels.	Länge des Nagels	Breite des Nagels	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
195, a	♂	580,0	285,0	32,0	27,5	60,0	21,0	19,0	15,5	11,5	43,0	65,0

Somateria mollissima (L.).

Am 4 Mai als wir uns auf 74° 37′ N. Lat. und 12° 24′ E. Long. befanden, flog eine Schar von 2 Männchen und 3 Weibchen an dem Schiff vorbei gegen Osten. Nach dieser Zeit sahen wir fast täglich Scharen und einzelne Exemplare von der Art, die entweder gegen die Beereninsel oder gegen Spitzbergen flogen.

Am 20 Mai schoss ich auf 75° 30′ N. Lat. und 9° 10′ E. Long. 3 ♂♂ (N:is 109, 110, 111) von folgendem Aussehen. In frischem Zustand waren die nackten Teile bei sämmtlichen: Der Schnabel pomeranzengelb, gegen die Stirn etwas rötlich. Der Nagel und der Unterschnabel blaugrau. Die Füsse pomeranzengelb mit dunkleren Gelenken. Die Schwimmhaut grünlich grauschwarz.

N:o 109 hat mitten auf dem Scheitel einen grau-weiss-schwarz-gefleckten Streifen oder ein Band, das auf den Seiten nach und nach in die ganz schwarzen Augengegenden übergeht und nach hinten nach und nach abnehmend bis zur halben Länge des Nackens reicht, wo es sich mit einem breiten offenen, braungefleckten Ring, der auf dem Vorhals offen ist, vereinigt. An beiden Seiten des Nackens ist en kleiner brauner Fleck in dem grünen Feld. Unter dem weissen Flügelfleck bilden die weissen Spitzen einiger Flügeldeckfedern ein schmales Querband.

N:o 110 gewöhnliche Frühlingstracht.

N:o 111 gleicht dem Vorhergehenden in allem, hat aber ein schmales, wenig markiertes graues >förmiges Zeichen zwischen dem Unterkieferhälften, — so placiert, dass seine Spitze nach vorn gegen den Schnabel gerichtet ist.

Als ich am 13 Juni auf dem Vorland ankam, nisteten die Eiderenten ausserhalb desselben auf den Inseln in grosser Menge. Da wurden einige Exemplare geschossen, unter diesen ein junges ♂ in Uebergangstracht (N:o 137) von folgendem Aussehen: Der Schnabel olivengrün mit hornfarbigem Nagel. Die Füsse graugrün mit grauschwarzer Schwimmhaut. Der Scheitel und die Seiten des Hinterkopfes schwarz-braun- und weiss-gewellt. Die Augengegenden schwarz-braun und

weiss gefleckt. Die Wangen weiss mit braunen und schwarzen Federspitzen. Der Nacken zuoberzt weiss mit zerstreuten braunen und schwarzen Federspitzen, welche nach und nach abwärts immer dichter werden und schliesslich sich mit der dunkelbraunen Farbe des Rückens vereinen. Die Kehle und der Hals weiss mit graubraunen Federspitzen. Die Brust vorn und auf den Seiten weiss mit schwach gelbbraunem Farbenton — nach und nach in die schwarze Farbe des Bauches übergehend. Die Flügelfedern dunkelbraun. Flügeldeckfedern dunkler — einige mit schmalen weissen Spitzen, die ein undeutliches weisses Querband auf dem Flügel bilden. Der Bürzel hat auf jeder Seite einen dunkel rostbraun- schwarzgewellten Fleck. Die Schwanzfedern dunkelbraun mit helleren Spitzen.

Die Masse von 7 mitgebrachten Exemplaren sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Mitte der Stirn an	Länge des Schnabels von den Seiten der Stirn an	Länge des Schnabels von dem Federzipfel an	Länge des Schnabels von dem Mundwinkel an	Länge des Schnabels von den Nasenlöchern an	Höhe bei der Stirn	Breite des Schnabels bei dem Mundwinkel	Breite des Nagels	Länge des Nagels	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
109	♂	600,0	270,0	53,0	70,0	36,0	70,5	28,0	28,0	23,5	13,0	19,0	42,0	75,0
110	♂	605,0	300,0	53,5	71,5	36,0	66,0	27,0	27,0	24,0	15,0	19,0	43,0	74,0
111	♂	595,0	290,0	52,5	73,0	35,5	69,0	27,5	27,0	24,5	15,0	20,0	45,0	75,5
119	♂	600,0	298,0	49,0	69,0	34,5	67,0	27,5	25,0	24,0	14,0	17,0	40,0	71,5
136	♂	670,0	295,0	51,5	72,0	36,5	70,0	28,0	27,0	25,0	14,0	18,0	45,0	84,0
137	♂	590,0	275,0	52,5	66,5	35,0	63,0	28,5	21,0	20,0	13,0	18,0	40,0	74,0
138	♀	620,0	288,0	51,0	64,5	34,5	63,5	30,0	23,0	20,0	13,5	19,0	44,0	74,0

Der Fangmann Sendsen hat in seinem Tagebuch über die Ankunftzeit der Eiderenten folgendes notiert: „Am 29 Januar wurde in der Ferne bei den Vorlandsinseln eine Schar von Vögeln beobachtet, die nach dem Flügelschlag zu urteilen eine Schar von Eiderenten sein dürfte. — Am 14 April eine Menge von Eiderenten, die sich um die Vorlandsinseln herum aufhielten."

Die Eier von 8 Gelegen (zusammen 35 St.) haben folgende Masse:

$$\text{N:o } 10,\ \frac{74{,}_5 - 71{,}_8 - 71{,}_2 - 71{,}_0 - 68{,}_2}{48{,}_5 - 47{,}_0 - 48{,}_0 - 48{,}_0 - 47{,}_0};$$

$$\text{„ } 11,\ \frac{78{,}_0 - 73{,}_0 - 71{,}_0 - 70{,}_0 - 69{,}_0}{49{,}_5 - 50{,}_0 - 48{,}_0 - 49{,}_0 - 47{,}_0};$$

$$\text{„ } 13,\ \frac{83{,}_0 - 79{,}_5 - 78{,}_0 - 76{,}_5 - 76{,}_5}{49{,}_5 - 49{,}_0 - 48{,}_0 - 49{,}_5 - 49{,}_0};$$

$$\text{„ } 14,\ \frac{82{,}_5 - 74{,}_0 - 73{,}_0 - 73{,}_0}{50{,}_0 - 52{,}_0 - 49{,}_5 - 49{,}_3};$$

$$\text{„ } 15,\ \frac{74{,}_5 - 73{,}_3 - 73{,}_0 - 73{,}_0 - 69{,}_0}{50{,}_0 - 48{,}_0 - 50{,}_0 - 47{,}_5 - 48{,}_5};$$

$$\text{„ } 16,\ \frac{74{,}_0 - 71{,}_2 - 69{,}_5}{47{,}_0 - 48{,}_0 - 45{,}_5};$$

$$\text{„ } 17,\ \frac{77{,}_0 - 74{,}_0 - 74{,}_0 - 73{,}_0}{46{,}_0 - 46{,}_0 - 45{,}_5 - 45{,}_2};$$

$$\text{„ } 18,\ \frac{75{,}_5 - 72{,}_0 - 71{,}_2 - 69{,}_0}{49{,}_3 - 48{,}_0 - 48{,}_0 - 45{,}_5}.$$

Am 27 Juni wurden die ersten Daunenjungen auf den Vorlandsinseln gesehen, aber zur selben Zeit fand ich noch in einigen Nestern völlig frischgelegte Eier, wahrscheinlich von Vögeln, deren erste Gelege irgendwie zerstört worden waren. — Noch am 3 Juli wurden frischgelegte Eier gefunden, dann hatten aber die meisten der auf den Inseln nistenden Eiderenten schon ihre Jungen ausgebrütet und auf das Wasser gebracht. Als ich am 6 Juli im Bellsund ankam, hatten die auf der Ederinsel nistenden Eiderenten noch vollständig frischgelegte Eier. Am 29 Juli fand ich in Van Keulen Bay noch ein Nest mit 4 Eiern, welche nur wenig bebrütet zu sein schienen. Die Jungen

in einigen Gelegen waren deshalb spät im Herbst äusserst klein und hilflos, weshalb auch ein grosser Teil von ihnen umkam, als das Eis die Fjorde bedeckte und die Mütter zwang wegzufliegen und ihre Jungen zu verlassen. Als wir in den letzten Tagen des Sept. über das Eis in die Recherche Bay wanderten, liefen da noch einige kleine Eiderentenjunge hin und her, offenes Wasser suchend.

Am 28 Juli sah ich eine Schar Eidermännchen in der Van Keulen Bay, die schon vollständig entwickelte Sommertrachten hatten.

Fam. Laridae.

Rissa tridactyla (L.).

Von den Küsten Norwegens bis nach Spitzbergen war die Dreizehige Möwe unsere täglicher Begleiterin — ohne Rücksicht auf das Wetter, doch trat sie da draussen auf dem Meere nie in grossen Scharen auf. Die gewöhnliche Anzahl schwankte zwischen 4 und 6, obwohl auch etwas grössere Scharen dann und wann beobachtet wurden. Wenn das Meer ruhig lag und unser Schiff mit schlaffen Segeln auf den langen Wogen schwankte, kamen immer die Dreizehigen Möwen und setzten sich auf das Wasser in der Nähe. Mit eingezogenem Kopfe oder auch mit dem Kopf unter dem Flügel, lagen sie eine oder ein paar Stunden lang ruhig auf dem Wasser. Bei ruhigem Wetter waren sie gewöhnlich lautlos, dagegen liessen sie im Sturm ihre scharfen, unsympathischen Stimmen anhaltend hören. Wenn das Schiff ganz ruhig liegt, geschicht es dann und wann, dass eine Dreizehige Möwe kommt und sich auf die Spitze des Mastes setzt, wo sie laut kreischend sich für eine Weile festzuhalten versucht. Die Seeleute auf der „Balæna“ sagten dann, dass sie Sturm prophezeien. Ein einziges Mal sah ich die Dreizehige Möwe so manövrieren, und einige Stunden nachher hatten wir einen heftigen Sturm.

Während meines Aufenthaltes auf dem Nordpolarmeer, wurden die ganze Zeit unter den Dreizehigen Möwen Exemplare in Jugendtracht gesehen, obwohl die grösste Anzahl der Vögel in voller Sommartracht war.

Als ich Mitte Juni auf Prinz Carls Vorland ankam, waren jedoch die Jugendtrachten verschwunden und zeigten sich erst wieder am 15 August im Bellsund, wo die ersten flugfertigen Jungen beobachtet wurden.

In Mitterhuken — Bellsund — nistete die Art in grosser Menge. Auf Prinz Carls Vorland war sie dagegen nicht so zahlreich, obwohl sie auch da so gut wie an jedem dazu geeigneten Ort gesehen wurde.

Als Anfang Juli die Van Keulen Bay eisfrei wurde, sah ich die Dreizehige Möwe die bei den Eisstücken vorkommenden *Gadus saida* fangen. Draussen auf dem Meer dagegen bestand ihr Futter wahrscheinlich aus Crustaceen. Sie frass auch Brotstückchen, die von dem Schiff ausgeworfen wurden, und war besonders begierig auf kleine Speckstücke, die umherschwammen wenn das Flensen von *Hyperoodon diodon* vorgenommen wurde. In „Hamnbukten" — Van Keulen Bay -- sah ich die Dreizehige Möwe Seeschwalben, welche Futter im dem Schnabel zu ihren Jungen trugen, anfallen. Sie griffen sie mehrmals laut kreischend an, aber es gelang ihnen nie ihre Absicht zu erreichen die Seeschwalben ihrer Beute zu berauben.

Die Masse von 4 Exemplaren sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Schwanz	Länge des Schnabels von der Stirn an	Höhe des Schnabels bei der Stirn	Breite des Schnabels bei der Stirn	Lauf	Mittelzehe	Hinterzehe mit Kralle
105	♂	435,0	320,0	131,0	36,0	13,5	8,5	34,0	44,0	3,0
106	♂	450,0	320,0	132,0	37,0	13,5	8,5	35,0	46,5	3,0
107	♂	430,0	315,0	128,0	38,5	14,5	9,5	33,0	50,5	3,0
108	♀	420,0	310,0	120,0	35,0	13,0	9,5	30,0	48,0	2,0

Pagophila eburnea (Phipps).

Am 14 Juli, als wir unser Zelt bei der Van Mijen Bay aufgeschlagen hatten, kam ein Pärchen von diesen Vögeln

um das Speck der Renntiere, die ausserhalb unseres Zeltes lagen, zu fressen. Dieses war meine erste Bekanntschaft mit den Elfenbeinmöven. Nachher wurde es eine tägliche Begebenheit. Frech und zudringlich, liessen sie oft ihren scharfen Schrei, der dem Schrei eines aufgeregten Kindes gleicht, hören. Wie weit landeinwärts wir auch in den Tälern Renntiere schossen, waren die Elfenbeinmöwen immer gleich da, und kaum war das Renntier getötet, als sie sich gierig über die Eingeweide her machten und die Speckstücke, die sie fanden, frassen.

Kolthoff giebt in „Norra Polartrakternas däggdjur och fåglar“, p. 66 an, dass sogar *Larus glaucus* der Elfenbeinmöwe Platz gab. Ich machte dagegen eine entgegengesetzte Erfahrung, denn wie gross auch der Respekt war, den die Elfenbeinmöwe allen anderen Vögeln eingab, so wurde sie doch von *Larus glaucus* vertrieben — wie sehr sie auch ihren Platz zu verteidigen suchte. Sogar den jungen Exx. von *Larus glaucus* verstand die Elfenbeinmöwe Respekt einflössen.

An den Stellen wo ich war, traf ich die Elfenbeinmöwe nicht nistend. Auch war sie dort nicht häufig sondern trat meistens paarweise auf. Nie sah ich sie in Scharen. Alle meine Beobachtungen über diese Art betreffen nur alte Vögel, was auch beweist, dass die Brutplätze nicht in der Nähe von den Gegenden, wo ich mich bewegt habe, zu finden waren. Sonst hätte ich wohl junge Vögel während des Herbstes gesehen.

Die Masse von 3 Exemplaren sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Schwanz	Länge des Schnabels von der Stirn an	Länge des Schnabels von dem Mundwinkel an	Länge des Schnabels von den Nasenlöchern an	Höhe des Schnabels bei der Wurzel	Höhe der Schnabels bei dem Unterkiefer-winkel	Lauf	Mittelzehe	Mittelkralle
201	♀	460,0	316,0	147,0	35,5	45,5	15,5	12,0	11,0	32,0	32,5	10,0
202	♂	490,0	347,0	144,0	36,0	49,0	15,0	12,5	11,0	30,0	32,5	9,0
203	♀	470,0	346,0	151,0	38,5	50,0	16,5	15,5	11,0	34,0	35,0	10,5

Larus glaucus (Brünn.).

Überall auf dem Eismeer war diese Art unsere tägliche Begleiterin. Wenn das Flensen von *Hyperoodon diodon* unternommen wurde, kam *Larus glaucus* und schnappte die Speckstücke den Sturmvögeln weg.

Auf den Vorlandsinseln war die Art sehr häufig und plünderte rücksichtslos die Nester der Eiderenten, wenn sie einige Augenblicke unbewacht waren.

Auch diese Art kam unfehlbar bei dem Renntierschlachten herbei — wie weit wir uns auch in dem Tal befanden.

Bei dem Vorlande nisteten diese Möwen auf den Inseln, an den kleinen, freistehenden Felsen, wie auch an den Felsabhängen. Ein am 22 Juni auf einem kleinen Felsen ausserhalb des Vorlandes gefundenes Nest war aus Moos gebaut und auf dem Boden mit etwas Eiderfedern belegt. Seine inneren Masse betrugen: 35 cm Breite und 8 cm Tiefe. Es enthielt zwei wenig bebrütete Eier (N:o 40). Denselben Tag erhielt ich die ersten Daunenjungen von der Art (N:is 151 und 152). Sie haben folgendes Aussehen: N:o 151. Der Schnabel bis an den Nasenlöchern vorüber grauschwarz, die Spitze gelbweiss mit einem kleinen weissen Höcker zu äusserst auf dem oberen Schnabel. Füsse und Krallen grau mit einem fleischfarbenen Ton. — Die Grundfarbe oben grauweiss. Auf dem Kopf schwarze Punkte. Rücken, Schultern und Bürzel mit schwarzen Daunen vermischt. Die Seiten graulich, unten weiss. Länge 180 mm. — N:o 152 gleicht dem Vorhergehenden, ist aber oben etwas dunkler und hat weniger entwickelte Daunen. Länge 175 mm.

Zwei am 23 Juni auf der grössten von den Vorlandsinseln gefundene Daunenjungen (N:is 155 und 156) haben Trachten, die ganz derjenigen der N:is 151 und 152 gleichen — doch sind sowohl Schnabel wie Füsse ein wenig dunkler. Die Längenmasse dieser Exx. waren im frischen Zustand 250 und 265 mm.

Bei der Konservierung der geschossenen Exemplare,

zeigte es sich, dass auch die Männchen Brutflecken hatten, woraus man sieht, dass auch sie an dem Brüten teilnehmen.

Die Masse von 7 Exemplaren sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Länge des Schnabels von dem Mundwinkel an	Länge des Schnabels von den Nasenlöchern an	Höhe des Schnabels bei der Stirn	Höhe des Schnabels bei dem Unterkieferwinkel	Lauf	Mittelzehe mit Kralle	Schwanz
112	♂	700,0	480,0	67,0	82,0	28,0	27,0	23,0	65,0	73,0	199,5
189	♂	730,0	490,0	64,0	78,0	27,0	22,0	22,5	60,0	74,0	200,0
190	♀	680,0	457,0	59,0	77,0	25,5	23,5	20,5	56,5	69,0	190,0
191	♂	705,0	445,0	62,0	85,0	27,5	21,5	20,0	61,0	70,0	182,0
192	♀	710,0	447,0	57,5	78,5	27,0	21,5	21,5	59,0	65,0	194,0
193	♀	735,0	457,0	61,0	80,0	26,0	23,0	23,0	62,0	71,0	193,0
204	♀	675,0	455,0	58,5	75,0	23,0	18,0	17,0	59,5	70,0	183,0

N:o 204, am 5 Sept. in Van Keulen Bay geschossen, ist ein junger Vogel von diesem Jahre.

Die Eier von 5 Gelegen haben folgende Masse:

N:o 40, $\frac{74{,}0 - 73{,}5}{52{,}0 - 51{,}0}$; N:o 41, $\frac{75{,}0 - 73{,}0}{52{,}0 - 49{,}2}$; N:o 46, $\frac{79{,}0 - 79{,}0}{53{,}0 - 52{,}0}$;

N:o 42, $\frac{75{,}0 - 74{,}5 - 74{,}5}{53{,}0 - 53{,}0 - 52{,}0}$; N:o 50, $\frac{75{,}5 - 75{,}0 - 73{,}0}{54{,}5 - 53{,}0 - 54{,}5}$.

Nach den Notizen des Fangmanns Sendsen, wurde das erste Exemplar am 18 Februar auf dem Vorland gesehen.

Im Bellsund nistete die Art sehr häufig auf den Vogelfelsen des „Mitterhuken" und auf kleineren Felsen ausserhalb derselben. Ausserdem wurden nistende Pärchen hier und da sowohl an der Van Mijen Bay wie auch bei der Van Keulen Bay beobachtet.

Lestris crepidata (Banks).

An allen Orten, die ich auf dem westlichen Spitzbergen besuchte, war die Art häufig. Am 7 Juli fand ich ihr Nest östlich von den Mitterhukfelsen auf sumpfigen Boden. Das Nest, das nur aus einer Vertiefung in einem Hügelchen bestand, hatte 2 stark bebrütete Eier. An dem selben Tage fand ich auf der Axelinsel ein Nest mit einem frischgelegten Ei.

In denjenigen Zeiten, wo die Eiderenten Eier haben, lebt diese Art so gut wie nur von diesen und es ist empörend zu sehen, wie sie die Eiderentennester plündern. Auch kommt sie unfehlbar bei jedem Renntierschlachten herbei.

Ich fand, dass die helle Varietät den Hauptbestandteil dieser Art auf Spitzbergen ausmachte. Ja, die dunklere Varietät war in der Tat selten, obwohl sie auf dem Vorland wie auch im Bellsund beobachtet wurde.

Die ersten flüggen Jungen wurden am 20 August in der Van Mijen Bay beobachtet.

Lestris pomarina (Temm.).

Montag den 16 Mai, als wir uns auf 74° 41′ N. Lat. und 15 31′ E. Long. befanden, beobachtete ich eine *Lestris,* die an dem Schiff in weiter Ferne vorbeiflog. Doch kehrte sie um und flog einige Male um das Schiff herum, wodurch ich Gelegenheit hatte festzustellen, dass sie dieser Art angehörte. Am 19 und 20 Mai wurden wieder mehrmals am Tage einzelne Exemplare beobachtet, die sich in der Nähe des Schiffes aufhielten.

Auf Spitzbergen sah ich sie dagegen nicht.

Sterna macrura (Naum.).

Als ich am 13 Juni auf Prinz Carls Vorland ankam, wurden eine Menge Seeschwalben sowohl auf den Inseln wie auch auf dem Vorland gesehen. Am 19 Juni fand ich

auf einer kleinen Insel bei der Südspitze des Vorlandes eine grosse Kolonie nistend. Eine Menge Nester mit einem bis drei Eiern waren auf der ganzen Insel ausgebreitet, und einige Eier wurden hier genommen. — Überall längs des Strandes des westlichen Vorlandes nistete diese Art. Auch im Bellsund wurde sie nistend auf so gut wie allen dazu geeigneten Lokalitäten gefunden. Besonders reichlich kam sie auf einer kleinen Insel, „Tärnön", in der Nähe von „Hamnbukten" in der Van Keulen Bay vor.

Kolthoff giebt (Om Norra Polartrakternas däggdjur och fåglar, p. 74) an, dass er nie auf Spitzbergen mehr als 2 Eier in einem Nest gefunden hat. Doch fand ich mehrere Nester mit je 3 Eiern. Im Anfang glaubte ich, dass dieses eine Seltenheit bei den dortigen Seeschwalben wäre, fand aber bald, dass es nicht der Fall war. In meiner von Spitzbergen mitgebrachten Sammlung, habe ich 7 Gelege, wo die Eierzahl 3 ist, und ich hätte leicht diese Zahl vermehren können, wenn ich es gewollt hätte.

Am 26 Juli wurden am Strande der Recherche Bay eben ausgebrütete Jungen, und am 20 August flügge Jungen an der Mündung des Braganzatals gesehen. Noch am 30 August sah ich die Eltern ihre am Strande sitzenden flüggen Jungen füttern. Dazwischen suchten sie ihre Jungen mit einem Kruster in dem Schnabel zum Flug zu locken und liessen zuletzt nach vielem hin und her fliegen ihre Beute in das Wasser fallen, wo sie von den Jungen aufgenommen wurde.

Nach Beobachtungen an lebenden und geschossenen untersuchten Vögeln, besteht auf Spitzbergen das Futter der Art hauptsächlich aus Crustaceen — obwohl auch einige kleinere Fische wie z. B. *Gadus saida* verzehrt werden.

Die Masse von 6 Gelegen — zusammen 15 Eier — sind folgende:

$$\text{N:o 28, } \frac{40{,}1 - 38{,}0 - 38{,}0}{29{,}9 - 30{,}0 - 30{,}0}; \quad \text{N:o 29, } \frac{41{,}0 - 40{,}0}{30{,}0 - 30{.}5};$$

$$\text{N:o 31, } \frac{45{,}0 - 43{,}0 - 41{,}0}{30{,}0 - 30{,}0 - 29{,}5}; \quad \text{N:o 30, } \frac{40{,}0 - 39{,}2}{30{,}5 - 30{,}5};$$

N:o 32, $\frac{42{,}2 - 42{,}0 - 42{,}0}{30{,}0 - 31{,}0 - 29{,}0}$; N:o 34, $\frac{41{,}2 - 41{,}0}{30{,}0 - 29{,}5}$.

Zum letzten Mal beobachtete ich die Art am 5 Sept., als so wohl alte wie junge Exemplare sich in der Nähe des Schiffes zeigten, während wir in „Hamnbukten“, Van Keulen Bay lagen.

Fam. **Procellariidae.**

Fulmarus glacialis (L.).

In grosser Menge kam der Sturmvogel draussen auf dem Meer westlich der Beereninsel und von Spitzbergen vor.

Auf Spitzbergen fand ich ihn an den meisten Felsabhängen sowohl auf Prinz Carls Vorland als auch im Bellsund nistend. Auch an solchen Felsen, die nicht in der Nähe des Wassers lagen (z. B. in dem Braganzatal).

Draussen auf dem Meere, während der Zeit als wir Schnauzendelphin *(Hyperoodon diodon)* fang trieben, hatte ich täglich gute Gelegenheit das Leben und Treiben des Sturmvogels zu studieren.

Äusserst begierig frass er so gut wie alles animalische Futter, das man ihm zuwarf. Am 1 Mai fiel eine ermüdete Schneeammer — die bei uns sich auszuruhen suchte — über Bord und wurde bald von einem Sturmvogel gefressen. Das hauptsächliche Futter besteht aus Crustaceen, was ich bei mehreren geschossenen Exemplaren konstatieren konnte. Doch mag er am liebsten Speck. Wenn wir einen Schnauzendelphin gefangen hatten, sammelten sich Sturmvögeln augenblicklich zu hunderten um das Schiff, um die Speckstücke, die während des Flensens abgefallen waren, aufzuschnappen. Bei jedem grösseren Stück stritten sie, und man konnte an diesen schreienden Gruppen den Weg, den wir während des Flensens getrieben waren, erkennen. Wenn einer von den Sturmvögeln ein so grosses Stück bekam,

dass er es nicht auf einmal fressen konnte, versuchte er immer weg zu fliegen, um es auf einer ruhigeren Stelle zu verzehren. Aber dieses gelang ihm selten. Er wurde augenblicklich von einer Schar hungriger Kameraden überfallen, die ihm den Leckerbissen zu rauben suchten.

Diejenigen, denen es gelang, sich satt zu fressen, schwammen ein Stück abseits und lagen nachher still — satt und faul, bis ein wenig von dem Futter verdaut war, und sie sich wieder an das Fressen machen konnten.

Um ihre Federn gegen das auf der Wasseroberfläche schwimmende Speck zu schützen, plätscherten sie unaufhörlich mit den Füssen zu beiden Seiten, während sie sich einen Weg zu einem verlockenden Stück zu bereiteten. Dieses Stampfen und Plätschern von den Hunderten von Vögeln, verursachte ein fortdauerndes starkes Brausen.

Nach jedem solchen grossen Mahl, badeten sie sich sorgfältig. Es scheint mir, als ob sie dabei einem bestimmten System folgten. Zuerst badeten sie den hinteren Teil — dann den Bauch und die Brust — und zuletzt den Kopf und die Flügel. Hierbei waren sie äusserst komisch anzusehen, und das gewöhnliche war, dass wenn einer zu baden anfing, die Übrigen es auch taten. — Wenn das Bad fertig war, nahmen sie sich eine Ruhezeit von einer oder ein paar Stunden. Dabei liessen sie sich nicht gern stören. Nur ungern schwammen sie ein wenig abseits von dem Schiff, um wieder mit dem Kopf dicht an den Körper gezogen der Ruhe zu pflegen.

Während der Zeit, als ich auf dem Meer war, waren die hellen Exemplare sehr selten. Wenn wir einen Schnauzendelphin erbeutet hatten, und von Hunderten von Sturmvögeln umgeben waren, fanden sich unter ihnen nur ein paar helle Exemplare. Alle die Übrigen waren grau in allen Schattierungen. Als ich Anfang October von Spitzbergen zurückkehrte, sah ich jedoch öfter die helle Varietät in den Sturmvogelscharen als im Frühsommer. Auch auf Spitzbergen war die helle Varietät sehr selten. — Am 16 Mai beobachtete ich einen ganz weissen Sturmvogel westlich von der Beereninsel — wahrscheinlich ein Albino. Leider

herrschte bei der Gelegenheit starker Sturm, so dass es unmöglich gewesen wäre, den Vogel an Bord zu bekommen, wenn man ihn auch geschossen hätte.

Aus dem Tagebuch des Fangmanns Sendsen geht hervor, dass *Fulmarus glacialis* sich am 5 Februar zum ersten Mal bei dem Vorland gezeigt hatte, an welchem Tage ein einsames Exemplar längs des Strandes bei dem Saddle Mount flog.

Fam. **Colymbidae.**

Colymbus septentrionalis (L.).

Auf dem Vorland, den Vorlandsinseln wie auch im Bellsund an mehreren dazu geeigneten Stellen fand ich diese Art. Auf der Grössten von den Vorlandsinseln fand ich am 3 Juli 5 Nester (N:is 60—64), alle mit je 2 Eiern, von welchen diejenigen in 4 Nestern frisch gelegt und in einem schwach bebrütet waren. Auf der Axelinsel im Bellsund fand ich am 7 Juli dicht am Strande eines ganz kleinen Sees ein Nest mit einem Ei. Das Nest war aus Moos gebaut und hatte die Form eines kleinen Hügels mit einer seichten Vertiefung zuoberst in der Mitte.

Am 15 Sept., als schon die innern Teile der Fjorde sowie alle Süsswasserteiche gefroren waren, wurden 3 Exemplare von der Art mehrmals über der Recherche Bay vorbeifliegend beobachtet. Sie nahmen zuletzt den Weg gegen das offene Meer. Nach diesem Tag wurde er nicht mehr während unseres Aufenthalts auf Spitzbergen beobachtet, weswegen das letzterwähnte Datum für die Abzugzeit der Art in diesem Jahre, wenigstens für den Bellsund, gelten dürfte.

Die Eier von 4 Gelegen (zusammen 8 Stück) haben folgende Masse:

N:o 60, $\frac{70{,}5 - 68{,}5}{44{,}2 - 43{,}0}$; N:o 61, $\frac{75{,}5 - 71{,}0}{46{,}0 - 42{,}5}$;

N:o 62, $\frac{77{,}5 - 74{,}0}{44{,}5 - 45{,}5}$; N:o 63, $\frac{78{,}0 - 73{,}0}{42{,}0 - 41{,}0}$.

Die Eier zeigen nicht nur in Grösse und Form, sondern auch in der Farbe und Beschaffenheit der Schale grosse Differenzen. Ein Teil feinkörnig und glänzend, andere wieder grobkörnig und matt; gleichzeitig variiren die Grundfarben von olivengrün bis olivenbraun in allen Übergängen. — Dasselbe Verhalten findet sich bekanntlich auch bei den Eiern von *Colymbus arcticus* (L.).

Fam. **Alcidae.**

Uria brünnichii (Sab.).

An den Lokalitäten auf dem westlichen Vorland, die ich Gelegenheit zu untersuchen hatte, kam die Art als Brutvogel nicht vor. Dagegen wurde sie im Bellsund an mehreren Stellen in ungewöhnlich reichlicher Menge auf dem Vogelfelsen von Mitterhuken beobachtet. Als ich am 7 Juli zum ersten Mal diesen besuchte, waren schon einige Junge ausgebrütet, obwohl die meisten Vögel erst Eier hatten. Am 17 Juli wurden die ersten Jungen auf dem Wasser beobachtet. Als ich am 15 August wieder Mitterhuken besuchte, sah man dort nur noch einige Exemplare. Am 30 August sah ich ein einsames Exemplar ausserhalb „Blåhuken“ in der Van Mijen Bay. Aber als ich am Tage darauf wieder Mitterhuken passierte, waren die Alken schon von dort fortgezogen. Nicht einen einzigen konnte ich mehr erspähen.

Am 30 Sept., als wir von dem Eis befreit worden waren und vom Bellsund abreisten, wurde die Art zwischen den Treibeisstücken einige Meilen vom Land entfernt wieder angetroffen, allmählich an Anzahl zunehmend je länger wir hinaus gegen das eisfreie Meer kamen.

Nach mehreren untersuchten Exemplaren zu urteilen, besteht das Futter der Art hauptsächlich aus Fischen, und zwar besonders aus dem Polardorsch *(Gadus saida)*, obwohl auch Crustaceen von ihnen gefangen werden. Ich hatte einige Mal die Gelegenheit Alken mit einer Garnele in dem Schnabel aus dem Wasser auftauchend dicht an unserem

Boot empor kommen zu sehen. Aber gewöhnlich fand ich in untersuchten Exemplaren Überbleibsel von kleinen Fischen.

Ich will hervorheben, dass alle diese Untersuchungen während der Brutzeit gemacht worden sind. Anders verhält es sich natürlich, wenn die Vögel draussen auf dem Meer sind, denn dann besteht wohl das Futter so gut wie nur aus Crustaceen.

Das erste Exemplar von *U. brünnichii* wurde bei dem Vorland am 11 April gesehen (nach den Tagebuchnotizen des Fangmannes Sendsen).

Cepphus mandti (Licht.).

An den hohen Felsen bei dem Cape Cold auf dem Vorland, fand ich die Art ziemlich reichlich. Wahrscheinlich nisteten sie dort, obwohl es mir nicht gelang zu ihren Nestern zu kommen, die hoch oben gelegen zu sein schienen.

Im Bellsund dagegen hatten sie an mehreren Stellen (mit Ausnahme von z. B. Mitterhuken) ihren Wohnort an zugänglichen Stellen gewählt und wurden besonders auf den steilen Uferfelsen an dem nördlichen Strand der Van Mijen Bay angetroffen.

Am 6 August fand ich zwischen dem Felsen bei Hamnbukten, Van Keulen Bay, und dem nächsten Ufer ein halberwachsenes totes Junges, und am 15 August beobachtete ich die ersten flugfertigen Jungen ausserhalb Mitterhuken. — Als ich am 30 August von „Blåhuken“ in Van Mijen Bay bis Hamnbukten segelte, sah ich mehrere Exemplare von der Art, aber nur die Jungen des Jahres. Es scheint, dass die alten Vögel die Fjorde dann verlassen hatten. Später wurden täglich junge Vögel bis zum 15 Sept. gesehen, nach welchem Tag auch diejenigen vom Bellsund verschwunden waren. Erst am 30 Sept. wurden sowohl junge wie alte Vögel einige Meilen ausserhalb der Küste wieder beobachtet.

Das hauptsächliche Futter besteht wahrscheinlich bei dieser Art — wenigstens wenn es diejenigen Individuen gilt, die die Fjorde bewohnen, aus dem Polardorsch. Ich hatte oft Gelegenheit sie bei dem Boot auftauchen oder mit einem Dorsch in dem Schnabel vorbeifliegen zu sehen. — Drei bei dem Cape Cold auf dem Vorland geschossene Exemplare, hatten jedoch in dem Magen halb verdaute Reste von Crustaceen und Knochenstückchen von kleinen Fischköpfen.

Nach dem Tagebuch des Fangmannes Sendsen, wurden die ersten Exemplare von dieser Art bei dem Vorland am 24 Februar gesehen.

Von mitgebrachten Exemplaren sind 3 gemessen worden und zeigen folgende Masse:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Höhe des Schnabels bei den Nasenlöchern	Breite des Schnabels bei den Nasenlöchern	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
162	♂	340,0	160,0	32,0	9,0	6,0	27,0	42,5
163	♂	345,0	173,0	32,0	8,0	6,0	26,0	40,5
164	♂	335,0	165,0	32,0	10,5	8,0	27,5	41,0

Mergulus alle (L.)

Dem ersten Exemplar von dieser Art begegneten wir am 4 Mai auf 74° 37′ N. Lat. und 12° 24′ E. Long. — Anfangs kamen sie nur einzeln oder paarweise vor, aber je höher gegen Norden wir kamen, um so grösser wurde die Anzahl in jeder Schar um zuletzt ausserhalb Spitzbergens in einem beinahe ununterbrochenen Zug von hinein und hinaus fliegenden grossen Scharen zu kulminieren.

Sowohl bei dem Saddle Mount wie dem Cape Cold kommen sie in unzähliger Menge vor und so gut wie an allen Felsen im Bellsund schwärmten sie umher wie mäch-

tige Mückenschwärme, deren Individuenzahl es unmöglich ist auch nur annährend zu bestimmen. Ich kletterte gern diesen Kolonien so nahe wie es mir nur möglich zu kommen war, und droben konnte ich oft lange sitzen und das ungewöhnlich reiche Vogelleben, das über mir herrschte, bewundern. Es war ein ununterbrochener Strom von diesen lebhaften, schreienden Vögeln, die entweder nach dem Meer flogen oder von demselben kamen.

Leider traf ich keine Kolonie, die an zugänglichem Ort nistete, weshalb ich nicht Gelegenheit hatte etwas über die Brutverhältnisse der Art zu ermitteln.

Der Fangmann Sendsen hat in seinem Tagebuch notiert, dass er am 24 Februar die ersten Exemplare von dieser Art bei Saddle Mount auf dem Vorland gesehen hat.

Die Masse von 9 Exemplaren sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Höhe des Schnabels bei den Nasenlöchern	Breite des Schnabels bei den Nasenlöchern	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
165	♂	220,0	121,0	15,5	10,0	10,0	18,0	30,0
166	♀	240,0	130,0	15,5	11,0	9,0	17,5	33,0
167	♂	240,0	120,0	16,0	11,0	9,0	18,5	30,5
168	♂	240,0	120,0	17,0	10,5	9,5	19,5	29,5
169	♂	235,0	120,0	15,0	9,0	9,0	18,5	31,0
170	♀	240,0	123,0	14,0	10,0	8,5	20,0	33,0
171	♀	235,0	122,0	16,0	9,0	9,0	19,0	31,5
172	♂	250,0	125,0	16,0	9,5	9,0	19,0	31,5
173	♂	240,0	125,0	15,5	10,5	10,0	17,0	31,0

Mormon arcticus (L.).

Die Art wurde an den Felsen an der westlichen Küste des Vorlands zahlreich beobachtet, ebenso an einigen von den steilen Felsenabhängen im Bellsund. Dagegen sah ich sie nie in den Fjorden.

Als ich auf dem Rückweg von einer in dem Braganzatal stattgefundenen Renntierjagd am 30 August Mitterhuken passierte, sah ich dort nur ein paar Exemplare. Ein paar Wochen früher waren sie dagegen dort in grosser Menge — besonders auf der südlichen Seite des Felsens — vorgekommen.

Von zehn bei Cape Cold auf dem Vorland geschossenen Exemplaren, enthielten die Magen Crustaceen. Obwohl ich gute Gelegenheit hatte die Art im Bellsund zu studieren, sah ich sie nie Fische fangen. In einigen dort geschossenen Exemplaren, fand ich frischgefangenes Plankton, z. B. *Clio borealis* sowie Schalenstücke von *Limacina helicina.*

Die Masse von 12 Exemplaren sind folgende:

N:o	Geschlecht	Länge	Flügel	Länge des Schnabels von der Stirn an	Höhe des Schnabels bei den Nasenlöchern	Breite des Schnabels bei den Nasenlöchern	Lauf	Mittelzehe mit Kralle
174	♀	345,0	175,0	52,0	41,0	14,5	26,5	48,5
175	♂	365,0	188,0	60,0	45.0	17,0	26,5	48,5
176	♀	350,0	180,0	55,0	41,5	15,0	28,5	47,0
177	♀	335,0	180,0	54,0	39,0	14,5	27,0	47,5
178	♂	345,0	185,0	55,0	42,0	16,0	26,0	46,0
179	♀	340,0	180,0	54,0	42,0	14,5	25,0	47,5
180	♀	340,0	187,0	61,0	44,0	18,0	28,0	48,0
181	♀	355,0	184,0	54,0	42,0	14,5	27,5	49,5
182	♀	350,0	176,0	55,0	40,5	15,0	26,0	45,5
183	♂	370,0	188,0	59,0	44,5	15,5	28,0	48,5
184	♂	355,0	180,0	55,0	42,0	15,0	27,0	48,0
185	♀	350,0	177,0	56,0	41,0	14,0	27,0	49,0

Das Längenmass des Schnabels ist der oberen Kante entlang genommen.

ÖFVERSIGT

AF

FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETENS

FÖRHANDLINGAR.

LII.

1909—1910.

A. MATEMATIK OCH NATURVETENSKAPER.



HELSINGFORS 1910.

Pris 4 mark.

ÖFVERSIGT

AF

FINSKA VETENSKAPS-SOCIETETENS

FÖRHANDLINGAR.

LIII.

1910—1911.

A. MATEMATIK OCH NATURVETENSKAPER.



HELSINGFORS 1911.

Pris 8 mark.


MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 04367